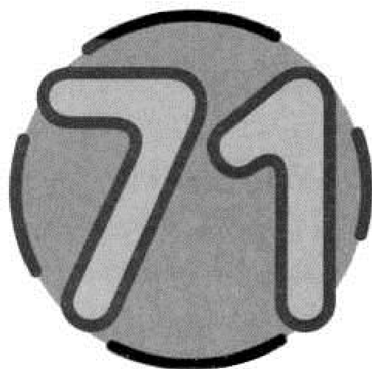
Cifrele nu mint



DE POVEȘTI CARE NE AJUTĂ SĂ ÎNȚELEGEM LUMEA MODERNĂ

Traducere din limba engleză de
Bogdan Ghiurco

Lifestyle

VACLAV SMIL

Václav Smil

Cifrele nu mint

71 de poveşti care ne ajută să înţelegem lumea modernă

Traducere din limba Engleză de

Bogdan Ghiurco

Lifestyle Publishing

Bucureşti, 2021

Autor: Václav Smil

Titlul original: Numbers Donȥt Lie

Lifestyle Publishing face parte din Grupul Editorial Trei

O.P. 16, Ghişeul 1, C.P. 0490, Bucureşti Tel.: + 4 021 300 60 90;

Fax: + 4 0372 25 20 20

e-mail: comenziedituratrei˙ro www˙lifestylepubhshing˙ro

Editori: Silviu Dragomir

Magdalena Mărculescu

DIRECTOR: Crina Drăghici

REDACTARE: Gabriel Cheşcu

DESIGN COPERTĂ: Alexe Popescu

DIRECTOR PRODUCȚIE: Cristian Claudiu Coban

DLP: Gabriela Anghel

CORECTURĂ: Oana Apostolescu

Irina Muşătoiu

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

SMIL, VACLAV

Cifrele nu mint. 71 de poveşti care ne ajută să înțelegem lumea modernă / Václav Smil;

trad, din lb. Engleză de Bogdan Ghiurco.

Bucureşti: Lifestyle Publishing, 2021

ISBN 978 – 606 – 789 – 260 – 4

I. Ghiurco, Bogdan (trad.)

Introducere

Cifrele nu mint este o compilație de subiecte variate, de la oameni, populații și țări la utilizarea energiei, inovația tehnică și mașinăriile și dispozitivele care definesc civilizația modernă. În plus, cartea se încheie cu o sumă de perspective concrete despre rezervele de hrană și opțiunile noastre alimentare și despre starea și degradarea mediului nostru. Acestea sunt marile subiecte de care am fost preocupat în cărțile mele încă din anii 1970.

În primul și-n primul rând, cartea de față este preocupată de înțelegerea corectă a faptelor. Dar acest lucru nu este atât de ușor pe cât ar părea: deși internetul este plin de cifre, multe dintre ele sunt nedatate, de origine necunoscută, care au circulat de la unul la altul și au de multe ori identificatori unitari îndoielnici. De exemplu, PIB-ul Franței era în 2010 de 2,6 trilioane de dolari americani: această valoare era exprimată oare în sume nominale sau fixe, iar conversia din euro în dolari s-a făcut folosind rata de schimb actuală sau paritatea puterii de cumpărare? Cum am putea ști?

Prin comparație, aproape toate cifrele din această carte au fost obținute din surse primare de informare: statistici la nivel mondial publicate de organizații globale1, anuare emise de instituții naționale2, statistici istorice întocmite de agenții

---

1 De la Eurostat și Agenția Internațională pentru Energie Atomică la Perspectivele Populației Mondiale emise de ONU și Organizația Mondială a Sănătății.

2 Preferatele mele, pentru detaliile și calitatea de neegalat a datelor

naționale3 şi articole publicate în reviste ştiințifice4. O mică parte dintre cifre provine din monografii ştiințifice, din studii recente efectuate de agențiile de consultanță majore (recunoscute pentru acuratețea rapoartelor lor) sau din sondaje publice de opinie efectuate de organizații de tradiție, precum Gallup sau Pew Research Center.

Apoi, pentru a înțelege cu adevărat ce se întâmplă în lumea noastră, trebuie să punem cifrele în contextul potrivit: istoric şi internațional. De exemplu, referindu-ne la contextul *istoric,* unitatea de măsură ştiințifică pentru energie este de un joule, iar economiile dezvoltate consumă acum anual aproximativ 150 de miliarde de jouli (150 de gigajouli) de energie primară pe cap de locuitor (pentru comparație, o tonă de țiței are 42 de gigajouli), în vreme ce în Nigeria, cea mai populată țară africană (şi cu cele mai mari resurse de petrol şi gaze naturale), media este de doar 35 de gigajouli. Diferența este impresionantă, Franța sau Japonia folosind de aproape cinci ori mai multă energie pe cap de locuitor, însă abia comparația istorică ne oferă *adevărata* dimensiune a decalajului: Japonia foloseşte atât de multă energie din 1958 (o viață de om pentru Africa), în vreme ce Franța a atins media de 35 de gigajouli încă din 1880, echivalentul *a doua* vieți de om pentru Nigeria.

Contrastele *internaționale* contemporane nu sunt mai puțin memorabile. Dacă facem comparația între rata mortalității infantile din America şi cea din Africa Subsahariană, obținem un

---

prezentate de ele, sunt *Anuarul Statistic din Japonia* şi Serviciul Național de Statistică Agricolă al Departamentului pentru Agricultură al Statelor Unite.

3 Inclusiv exemplarele lucrări Statisticile istorice ale Statelor Unite, din vremuri coloniale până în 1970 şi Statisticile istorice ale Japoniei.

4 De la Biogerontologyla International Journal of Life Cycle Assessment.

decalaj mare, dar previzibil. Nici faptul că Statele Unite nu se numără printre primele 10 țări cu cea mai redusă rată a mortalității infantile nu este atât de surprinzător, ținând cont de populația extrem de diversă şi de numărul ridicat de imigranți proveniți din țările mai puțin dezvoltate, însă puțini ar bănui că nu se situează nici măcar printre primele 30 de țări5! Această surpriză ne determină, inevitabil, să ne întrebăm de ce se întâmplă asta, iar răspunsul deschide un întreg univers de considerații sociale şi economice. Pentru a înțelege cu adevărat multe dintre cifre (în mod individual sau ca parte componentă a unor statistici complexe) este nevoie de cunoştințe ştiințifice şi aritmetice de bază.

Lungimea (distanța) este unitatea de măsură cel mai uşor de asimilat. Majoritatea oamenilor au o percepție destul de bună despre cât înseamnă 10 centimetri (o palmă de adult cu degetul mare ridicat), un metru (distanța de la sol la brâu în cazul unui om obişnuit) şi un kilometru (o călătorie de un minut în traficul oraşului). Viteza obişnuită (distanță/timp) este, de asemenea, uşor de înțeles: o plimbare rapidă înseamnă 6 km/h, un tren rapid intercity atinge 300 km/h, un avion cu reacție propulsat de un motor puternic înregistrează 1.000 km/h. Masele sunt mai greu de „cumpănit”: un nou-născut cântăreşte, de regulă, mai puțin de 5 kilograme, o căprioară mică are sub 50 de kilograme, unele tancuri de luptă sub 50 de tone, iar greutatea maximă la decolare a unui Airbus 380 este de peste 500 de tone. Volumele se dovedesc la fel de dificile: rezervorul de benzină al unei berline mici are aproximativ 40 de litri; volumul intern al unei locuințe americane mici are, de obicei, mai puțin de 400 de metri cubi. Înțelegerea energiei şi puterii (jouli şi wați) sau a intensității şi

---

5 În 2018, era pe locul 33 dintre cele 36 de țări membre ale Organizației pentru Cooperare şi Dezvoltare Economică.

rezistenței curentului electric (amperi și ohmi) este dificilă dacă nu lucrezi frecvent cu aceste unități de măsură; prin urmare, comparațiile relative, cum ar fi decalajul dintre cantitatea de energie consumată de țările africane și europene, sunt mai ușor de folosit.

Banii reprezintă o altă provocare. Majoritatea oamenilor știu să-și estimeze nivelul relativ al venitului și economiilor, dar comparațiile istorice la nivel național și internațional trebuie ajustate în funcție de inflație, iar comparațiile *internaționale* trebuie să țină cont de fluctuațiile cursurilor de schimb și de evoluția puterii de cumpărare.

Și apoi există diferențe calitative care nu se reflectă în cifre, iar astfel de considerații sunt deosebit de importante atunci când comparăm preferințele și dietele alimentare. De exemplu, conținutul de carbohidrați și proteine pentru 100 de grame poate fi asemănător, însă ceea ce trece drept pâine într-un supermarket din Atlanta (felii moi, pătrate, ambalate în pungi de plastic) se situează, literalmente, la un ocean distanță de ceea ce va expune în vitrină un *maâtre boulanger* sau un *Bäckermeisterin* brutăriile lor din Lyon sau Stuttgart.

Pe măsură ce numerele cresc, ordinele de mărime (diferențele înmulțite cu zece) devin mult mai relevante decât cifrele specifice: un Airbus 380 este cu un anumit ordin de mărime mai greu decât un tanc de luptă; un avion cu reacție este cu un anumit ordin de mărime mai rapid decât un automobil pe autostradă; iar o căprioară cântărește cu un anumit ordin de mărime mai mult decât un bebeluș. Sau, folosind exponenți și multipli, în concordanță cu Sistemul Internațional de Unități, un nou-născut cântărește 5×10^3 grame sau 5 kilograme; un Airbus 380 cântărește peste 5×10^8 grame sau 500 de milioane de grame.

Când ajungem la cifre foarte mari, lucrurile se complică, întrucât europenii (urmând exemplul francezilor) se abat de la notația științifică și nu denumesc 10^9 un bilion, ci *(vive la différence!) un milliard* (provocând *une confusion fréquenté).* Lumea va avea în curând 8 miliarde de oameni (8×10^9), în 2019 producția sa economică (în termeni nominali) era de aproximativ 90 de trilioane de dolari (9×10^{13}) și consuma energie de peste 500 de miliarde de miliarde de jouli (500×10^{18} sau 5×10^{20}).

Vestea bună este că o mare parte dintre aceste informații sunt mult mai ușor de asimilat decât ar crede majoritatea oamenilor. Să presupunem că lași deoparte timp de câteva minute pe zi telefonul mobil (eu n-am avut unul niciodată și nu mi s-a părut că pierd mare lucru) și estimezi lungimile și distanțele din jurul tău, măsurându-le, să zicem, cu palma (care are, amintește-ți, aproximativ 10 centimetri) sau (după ce îți recuperezi mobilul) cu ajutorul GPS-ului. Ai putea, de asemenea, să calculezi volumul obiectelor care-ți ies în cale (oamenii subestimează întotdeauna volumul obiectelor subțiri, dar mari) și ar fi o adevărată distracție să măsori (fără niciun fel de ajutor electronic) diferențele dintre ordinile de mărime atunci când citești ultimele știri la nivel național despre inegalitățile dintre miliardari și angajați! care ambalează produsele în depozitele Amazon (câte ordine de mărime îi separă în privința venitului anual?) sau să vezi o comparație între mediile naționale ale PIB-ului pe cap de locuitor (câte ordine de mărime diferențiază Marea Britanie de Uganda?). Aceste exerciții mentale te vor ajuta să menții contactul cu realitățile fizice ale lumii înconjurătoare și să-ți păstrezi sinapsele active. Înțelegerea numerelor presupune, efectiv, un dram de implicare.

Sper ca această carte să-i ajute pe cititori să înțeleagă adevărata stare a lumii noastre. Sper să te surprindă, să te facă să te miri de unicitatea speciei noastre, de inventivitatea noastră

şi de strădania noastră de a înțelege mai bine lucrurile. Scopul meu nu este numai de a demonstra că cifrele nu mint, ci să descopăr totodată adevărul pe care-l transmit acestea.

O ultimă observație cu privire la numerele cuprinse în carte: toate sumele în dolari, cu excepția cazului în care sunt specificate altfel, se referă la dolari americani; şi toate măsurătorile sunt în sistem metric, cu unele excepții justificate, ca atunci când scriu despre mile marine şi țoli pentru cheresteaua americană.

Václav Smil

Winnipeg, 2020

Oameni.
Locuitorii planetei noastre

Ce se întâmplă când scade natalitatea?

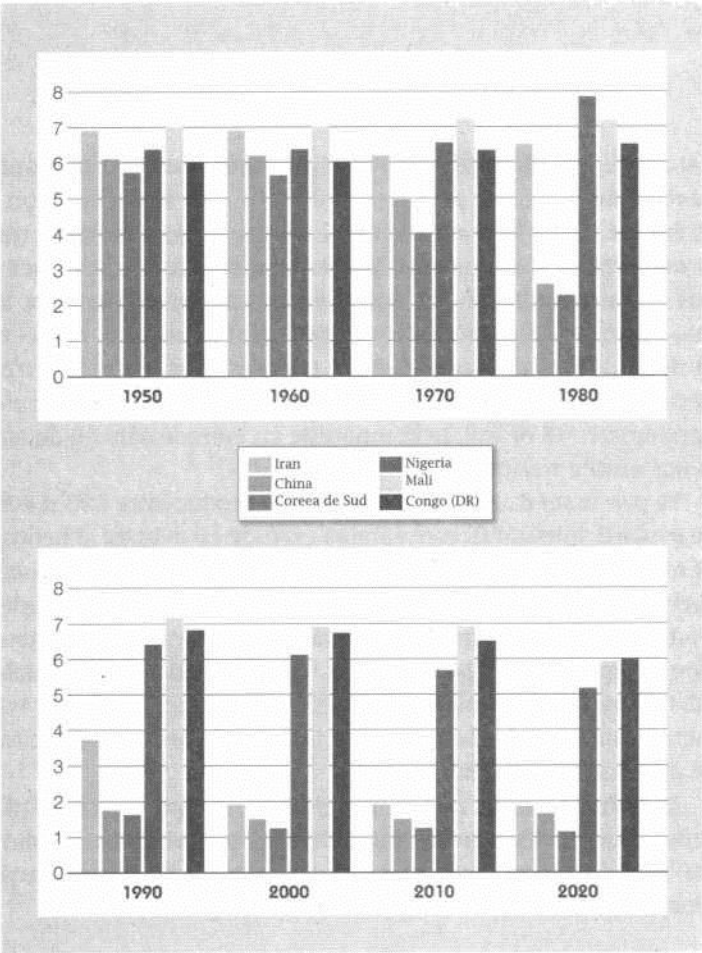
Rata totală a fertilității (RTF) reprezintă numărul de copii născuți de o femeie pe parcursul vieții. Cea mai clară constrângere fizică în acest sens este durata perioadei fertile (de la menarhă la menopauză). Vârsta primei menstruații a scăzut de la aproximativ 17 ani în societățile preindustriale la mai puțin de 13 ani în lumea occidentală actuală, în timp ce, în medie, debutul menopauzei a avansat uşor, până la puțin peste vârsta de 50 de ani, rezultând un interval fertil tipic de aproximativ 38 de ani, în comparație cu aproximativ 30 de ani în societățile tradiționale.

Pe parcursul duratei fertile a vieții, se produc între 300 şi 400 de ovulații. Întrucât fiecare sarcină exclude 10 ovulații şi pentru că trebuie scăzute 5 – 6 ovulații suplimentare pentru fiecare sarcină din cauza şanselor reduse de concepție în timpul perioadei tradiționale de alăptare prelungită, rata maximă de fertilitate este de aproximativ 24 de sarcini. Luând în calcul eventualele naşteri multiple, totalul poate depăşi 24 de copii născuți vii, lucru confirmat de documentele istorice despre femeile care au avut mai mult de 30 de copii.

Dar, în mod tipic, ratele maxime de fertilitate în societățile care nu exercită controlul natalității au fost întotdeauna mult mai

mici din cauza combinației dintre sarcinile pierdute, fetuşii morți, infertilitate şi mortalitatea maternă prematură.

Rata fertilității scade rapid în Asia, în comparație cu o rată constantă în Africa



Aceste realităţi reduc rata fertilităţii maxime la nivelul populaţiei la 7 – 8; într-adevăr, până în secolul al XIX-lea, o asemenea rată era comună pe toate continentele, în anumite părţi din Asia până în urmă cu două generaţii şi poate fi încă întâlnită în Africa Subsahariană, unde, în cazul Nigerului, este de 7,5 (cu mult sub dimensiunea preferată a familiei: în medie, femeile din Niger vor să aibă 9,1 copii!). Însă, chiar şi în această regiune, RTF – deşi încă ridicată – a scăzut (la 5 – 6 în majoritatea ţărilor), iar restul lumii înregistrează acum o fertilitate moderată, scăzută sau extrem de scăzută.

Tranziţia către această lume nouă a început în momente diferite, nu numai la nivelul continentelor, ci şi în interiorul acestora: Franţa era cu mult înaintea Italiei, Japonia cu mult înaintea Chinei, iar China comunistă a luat, în cele din urmă, decizia drastică de a le interzice familiilor să aibă mai mult de un singur copil. În plus, dorinţa de a avea mai puţini copii a fost stimulată de o combinaţie, adesea extrem de sinergică, între creşterea treptată a nivelului de trai, mecanizarea muncii agricole, înlocuirea animalelor şi a oamenilor de către maşini, industrializarea şi urbanizarea pe scară largă, numărul tot mai mare de femei angrenate în câmpul muncii în mediul urban, progresul universal al educaţiei, serviciile medicale îmbunătăţite, rata crescută de supravieţuire a nou-născuţilor şi pensiile garantate de guvern.

Preocuparea istorică pentru cantitate s-a transformat, uneori cu rapiditate, într-o căutare a calităţii: beneficiile fertilităţii ridicate (garantarea supravieţuirii pe fondul mortalităţii infantile ridicate, furnizarea de forţă de muncă suplimentară, asigurarea unui sprijin la bătrâneţe) au început să fie diminuate şi, încet-încet, să dispară, iar familiile mai mici au investit mai mult în copiii lor şi în creşterea calităţii vieţii lor, pornind, de obicei, de la

o alimentație îmbunătățită (mai multă carne şi fructe proaspete, mai multe mese luate la restaurant) şi terminând cu SUV-uri şi zboruri către plaje tropicale îndepărtate.

Aşa cum se întâmplă adesea în cazul transformărilor sociale şi tehnologice, a durat mult timp până când deschizătorii de drumuri au reuşit să îndeplinească schimbarea, în vreme ce o parte dintre cei care au adoptat târziu schimbările au finalizat procesul în doar două generații. Trecerea de la o fertilitate ridicată la una scăzută a durat aproximativ două secole în Danemarca şi 170 de ani în Suedia. Prin comparație, în Coreea de Sud, fertilitatea a scăzut, în doar 30 de ani, de la o rată totală a fertilității de 6 sub nivelul de înlocuire, i-ar fertilitatea chineză s-a diminuat vertiginos de la 6,4 în 1962 la 2,6 în 1980. Dar, în mod surprinzător, Iranul este țara care deține recordul. În 1979, după înlăturarea monarhiei şi întoarcerea din exil a Ayatollahului Khomeini, care a instituit teocrația, rata medie a fertilității era de 6,5, dar, până în anul 2000, aceasta a scăzut până la nivelul de înlocuire şi a continuat să se diminueze.

Nivelul de înlocuire a fertilității măsoară menținerea populației la un nivel stabil. Acesta este de aproximativ 2,1, cu o fracțiune suplimentară necesară pentru a compensa fetele care nu vor supraviețui până la vârsta fertilă. Nicio țară nu a reuşit să oprească scăderea fertilității la nivelul de înlocuire şi să atingă o populație staționară. Din ce în ce mai mult, omenirea trăieşte în societăți aflate sub nivelul de înlocuire a fertilității, în 1950, 40% din omenire trăia în țări cu fertilități de peste 6, iar rata medie era de aproximativ 5; în anul 2000, doar 5% din populația globală se afla în țări cu fertilități mai mari de 6, iar media (de 2,6) era aproape de nivelul de înlocuire. Până în 2050, aproape trei sferturi din omenire vor locui în țări cu o fertilitate inferioară ratei de înlocuire.

Această schimbare aproape globală a avut implicații demografice, economice şi strategice enorme. A scăzut importanța Europei (în 1900, acest continent număra aproximativ 18% din populația lumii, iar în 2020 avea doar 9,5%) şi a crescut cea a Asiei (în 2020, avea 60% din totalul mondial), însă nivelurile ridicate ale fertilității regionale garantează că aproape 75% din totalul naşterilor din următorii 50 de ani, între 2020 şi 2070, vor avea loc în Africa.

Şi ce ne rezervă viitorul pentru țările a căror fertilitate a scăzut sub nivelul de înlocuire? Dacă ratele naționale rămân în preajma nivelului de înlocuire (nu mai mici de 1,7; în 2019.

Franța şi Suedia aveau o rată de 1,8), atunci există mari şanse de recuperare în viitor. Dacă vor scădea sub 1,5, recuperarea va deveni tot mai improbabilă: în 2019, s-au înregistrat minime record, de 1,3 în Spania, Italia şi România şi de 1,4 în Japonia, Ucraina, Grecia şi Croația. Declinul treptat al populației (cu toate implicațiile sale sociale, economice şi strategice) pare a fi viitorul Japoniei şi al multor țări europene. Până în prezent, nicio politică guvernamentală de încurajare a natalității nu a reuşit o schimbare majoră şi singura opțiune evidentă pentru a preveni depopularea este deschiderea porților pentru imigranți, dar pare puțin probabil să se întâmple acest lucru.

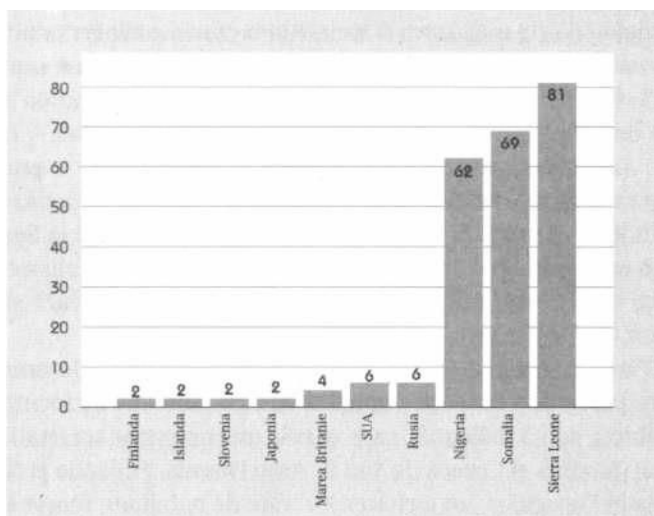
Cel mai bun indicator al calității vieții?

Să analizăm mortalitatea infantilă

Atunci când caută cei mai relevanți indicatori pentru calitatea vieții umane, economiştii – gata mereu să reducă totul la bani – preferă să se bazeze pe valoarea produsului intern brut (PIB) pe cap de locuitor sau pe venitul mediu disponibil. Ambii indicatori sunt cât se poate de discutabili. PIB-ul este în creştere în societățile în care violența în urcare impune tot mai multe acțiuni polițieneşti, investiții sporite în măsuri de securitate şi internări frecvente în spitale; iar venitul mediu disponibil nu ne spune nimic despre gradul de inegalitate economică sau despre măsurile de protecție socială pentru familiile dezavantajate. Chiar şi aşa, aceste indicatoare ne oferă un clasament general al țărilor destul de relevant. Prea puțini oameni şi-ar dori să trăiască în Irak (în 2018, PIB-ul nominal era de aproximativ 6.000 de dolari), spre deosebire de Danemarca (în 2018, PIB-ul nominal era de aproximativ 60.000 de dolari). Iar calitatea medie a vieții este, fără îndoială, mai ridicată în Danemarca decât în România: ambele aparțin UE, dar venitul disponibil este cu 75% mai mare în cazul primei țări.

Din 1990, cea mai răspândită măsurătoare alternativă a fost Indicele Dezvoltării Umane (IDU), un indicator cu multiple variabile, menit să ofere criterii mai bune de evaluare. Acesta combină speranța de viață la naştere şi realizările educaționale (media şi anii preconizați de şcolarizare) cu venitul național brut pe cap de locuitor, însă (deloc surprinzător) se corelează foarte bine cu media PIB-ului pe cap de locuitor, ceea ce face ca aceasta din urmă să fie un indicator la fel de bun pentru calitatea vieții ca alți indici mai complecşi.

Rata mortalității infantile
Decese anuale la 1.000 de nou-născuți vii, 2015 – 2018



Eu prefer să folosesc indicatorul mortalității infantile ca fiind unic pentru o comparație rapidă şi relevantă a calității vieții: numărul de decese înregistrate în primul an de viață la 1.000 de nou-născuți vii.

Mortalitatea infantilă este un indicator foarte puternic întrucât ratele scăzute sunt imposibil de realizat în lipsa unei combinații între mai multe condiții critice definitorii pentru o calitate bună a vieții – servicii medicale eficiente, în general, şi, în particular, asistență prenatală, perinatală şi neonatală; alimentație adecvată a mamei şi sugarului; condiții de viață şi sanitare corespunzătoare; acces la asistență socială pentru familiile defavorizate – şi care se fundamentează totodată pe cheltuieli guvernamentale şi private relevante, precum şi pe infrastructuri şi venituri care mențin utilizarea şi accesul. O singură variabilă surprinde astfel o serie de condiții prealabile pentru supraviețuirea aproape universal valabilă în perioada cea mai critică a vieții: primul an.

Rata mortalității infantile în societățile preindustriale a fost, în mod crud şi uniform, una ridicată: chiar şi în 1850, în vestul Europei şi în Statele Unite, aceasta era între 200 şi 300 (adică, în primele 365 de zile, între o treime şi o cincime dintre copii nu supraviețuiau). Până în 1950, media occidentală a fost redusă la 35 – 65 (de regulă, unul dintre 200 de nou-născuți murea înainte de prima aniversare). Excluzând statele foarte mici – cum ar fi Andorra şi Anguilla sau Monaco şi San Marino –, grupul cu o rată de mortalitate mai mică de 5 la 1.000 de nou-născuți include 35 de țări, de la Japonia (cu o rată de 2) până la Serbia (cu o rată puțin mai mică de 5), iar liderii ierarhiei demonstrează de ce indicatorul nu poate fi folosit pentru o clasificare simplistă, fără referire la condiții demografice mai largi.

Țările cu cel mai scăzut nivel al mortalității infantile sunt, în mare parte, țări mici (cu populații sub 10 milioane de locuitori; de obicei, sub 5 milioane), care au cele mai omogene societăți din lume Japonia şi Coreea de Sud în Asia; Islanda, Finlanda şi Norvegia în Europa) şi, majoritatea lor, rate de natalitate foarte scăzute. Evident, este mult mai dificil să obții şi să menții un nivel foarte scăzut al mortalității infantile în societățile mai mari, eterogene, cu rate ridicate de imigrație din țări mai puțin bogate, precum şi în țările cu rate sporite ale natalității. În consecință, este dificil de reprodus rata islandeză (3) în Canada (cu o mortalitate infantilă de 5), o țară cu o populație de 100 de ori mai mare şi care primeşte anual tot atâția nou-veniți (din zeci de țări, majoritatea asiatice, cu un nivel scăzut al veniturilor) cât totalul populației din Islanda. Aceleaşi realități afectează Statele Unite, dar mortalitatea infantilă relativ ridicată a țării (6) este, fără îndoială, influențată de o inegalitate economică mai mare (cum este cazul, într-un grad mai mic, şi cu rata canadiană).

În acest sens, mortalitatea infantilă este un indicator al calității vieții mai exigent decât media veniturilor sau Indicele Dezvoltării Umane, dar are nevoie totuşi de anumite clarificări: nu există un indicator unic, pe deplin satisfăcător pentru măsurarea calității vieții unei națiuni. Un lucru lipsit de îndoială este faptul că mortalitatea infantilă se găseşte la un nivel inacceptabil de ridicat în peste zece țări din zona subsahariană. Ratele lor (peste 60 la 1.000) sunt egale cu cele din vestul Europei de acum 100 de ani, un interval de timp care aminteşte de decalajul privind dezvoltarea pe care trebuie să-l depăşească aceste națiuni pentru a ajunge din urmă economiile bogate.

Cel mai bun randament investițional: vaccinurile f

Moartea cauzată de bolile infecțioase în fragedă pruncie şi în copilărie reprezintă probabil cea mai cruntă soartă în lumea modernă şi una dintre situațiile cele mai uşor de evitat. Măsurile necesare pentru a reduce până la minimum acest tip de mortalitate prematură nu pot fi clasificate în funcție de importanța lor: apa potabilă curată şi nutriția adecvată sunt la fel de vitale ca prevenirea bolilor sau igiena corespunzătoare. Dar dacă le judeci în funcție de raportul cost-beneficii, vaccinurile sunt câştigătorii detaşați.

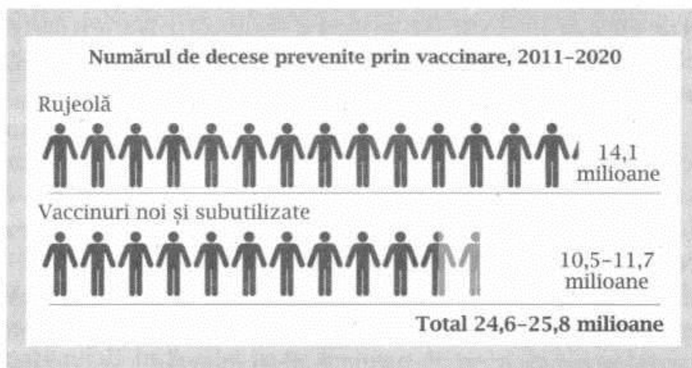
Vaccinurile moderne datează din secolul al XVIII-lea, când Edward Jenner le-a folosit pentru prima oară împotriva variolei. Vaccinurile împotriva holerei şi ciumei au fost create înaintea Primului Război Mondial, iar cele împotriva tuberculozei,

tetanosului şi difteriei, înaintea celui de-al Doilea Război Mondial. Printre marile descoperiri postbelice se numără vaccinurile împotriva pertussisului (tuşea convulsivă) şi poliomielitei, în prezent, practica standard de pretutindeni este de a injecta copiii cu un vaccin polivalent care previne difteria, tetanosul, pertussisul şi poliomielita, precum şi meningita, otita şi pneumonia, trei infecții cauzate de *Haemophilus influenzae* tip B. Prima doză este administrată la şase săptămâni după naştere, iar celelalte două, la 10, respectiv 14 săptămâni mai târziu. Un vaccin polivalent costă mai puțin de un dolar şi fiecare copil vaccinat în plus reduce riscul de infecție în rândul copiilor de aceeaşi vârstă nevaccinați.

Ținând cont de aceste realități, a fost dintotdeauna clar că vaccinarea are un raport cost-beneficii extrem de ridicat, deşi unul dificil de cuantificat. Însă, în 2016, grație unui studiu finanțat de Fundația Bill & Melinda Gates şi realizat de profesionişti americani din domeniul sănătății în Baltimore, Boston şi Seattle, am reuşit, în sfârşit, să măsurăm beneficiul obținut. Studiul s-a concentrat pe randamentul investiției, asociat cu nivelurile estimate de acoperire a vaccinării în aproape 100 de țări cu venituri mici şi medii din timpul celui de-al doilea deceniu al acestui secol – deceniul vaccinurilor.

Intervalele cost-beneficii s-au bazat, pe de o parte, pe costul vaccinurilor şi al rețelei de aprovizionare şi livrare a acestora şi, pe de altă parte, pe costul estimat al evitării morbidității şi mortalității. Pentru fiecare dolar investit în vaccinare se consideră că se economisesc 16 dolari, care altfel s-ar fi dus pe asistență medicală, pierderi salariale şi reducerea productivității cauzate de îmbolnăvire şi moarte.

Iar când analiza a depăşit limita costului abordării bolii şi s-a preocupat de beneficiile economice mai ample, a descoperit că raportul cost-beneficii era de două ori mai mare, ajungând la 44 de ori, cu un interval de incertitudine între 27 şi 67. Cele mai bune randamente le-a avut prevenirea rujeolei: o rentabilitate de 58 de ori mai mare.



Fundația Gates a publicat descoperirea acestui beneficiu de 44 de ori mai mare sub forma unei scrisori către Warren Buffett, cel mai important sponsor al fundației. Chiar şi el trebuie să fi fost impresionat de randamentul investiției!

Mai sunt încă multe de făcut. După generații de progrese, rata de acoperire a vaccinării de bază în țările cu venituri ridicate este acum aproape universală, ajungând la aproape 96%, şi s-au făcut progrese mari în țările cu venituri mici, unde acoperirea a crescut de la doar 50% în anul 2000 la 80% în 2016.

Cea mai dificilă parte este eliminarea completă a amenințării bolilor infecțioase. Poliomielita ilustrează poate cel mai bine această provocare: rata infecției la nivel mondial a scăzut de la

aproximativ 400.000 de cazuri în 1985 la mai puțin de 100 în 2000, însă în 2016 s-au înregistrat totuşi 37 de cazuri în regiunile cuprinse de violență din nordul Nigeriei, Afghanistan şi Pakistan. Şi, după cum ne-au dovedit recent virusurile Ebola, Zika şi COVID-19, vor apărea riscuri noi de infecție. Vaccinurile sunt încă cel mai bun mod de a le controla.

Creşterea în înălțime

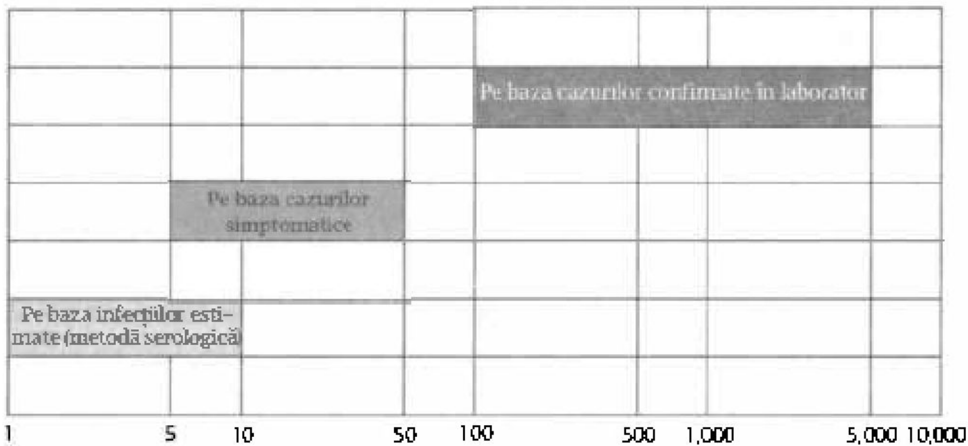
De ce este greu de anticipat cât de gravă va fi o pandemie când aceasta este în plină desfăşurare

Am scris aceste rânduri la finalul lui martie 2020, tocmai în momentul când pandemia de COVID-19 cunoştea o creştere exponențială în Europa şi în America de Nord. În loc să ofer o nouă estimare sau predicție (şi să perimez brusc acest capitol), am decis să explic incertitudinile care complică întotdeauna raționamentele şi interpretările pe care le dăm statisticilor în aceste situații stresante.

Temerile generate de o pandemie virală se datorează ratei relativ ridicate a mortalității, dar este imposibil de identificat această rată atunci când infecția este în plină desfăşurare, iar acest lucru este şi mai dificil după încheierea pandemiei. Cea mai folosită abordare epidemiologică este calcularea riscului de fatalitate a cazurilor. Numărătorul (certificatele de deces care arată cauza decesului) este evident şi, în majoritatea țărilor, acest indice este unul destul de sigur. Dar alegerea numitorului stârneşte multe incertitudini. Care „cazuri”? Doar infecțiile

confirmate de laborator, toate cazurile simptomatice (inclusiv persoanele care nu au fost testate, dar au manifestat simptome preconizate) sau numărul total de infecții, inclusiv cazurile asimptomatice? Cazurile testate sunt cunoscute cu o precizie ridicată, dar numărul total de infecții trebuie estimat fie pe baza studiilor serologice post-pandemie (găsirea anticorpilor în sânge), fie utilizând diverse ecuații de creştere, pentru a creiona modelul răspândirii anterioare a pandemiei, fie luând în calcul multiplicatorii cei mai probabili (X persoane infectate la un număr Y de decese reale).

Diferențele privind numărul de decese la 100.000 de cazuri în timpul pandemiei de gripă din 2009 în funcție de mărimea numitorului



Decese la 100.000 de cazuri (scară logaritmică)

Studiul detaliat al cazurilor de decese cauzate de pandemia de gripă din 2009 – declanşată în SUA în ianuarie 2009, care a persistat în unele locuri până în august 2010 şi a fost cauzată de combinația unică între noul virus HI NI şi genele gripale – este ilustrativ pentru intervalul incertitudinilor rezultate. La

numărător, am folosit de fiecare dată numărul deceselor confirmate, însă la numitor am utilizat trei categorii diferite de definire a cazurilor: cazuri confirmate de laborator, cazuri simptomatice estimate şi infecții estimate (pe baza serologiei sau a ipotezelor privind amploarea infecțiilor asimptomatice). Diferențele rezultate au fost foarte mari, situându-se într-un interval între mai puțin de un deces la 100.000 de oameni şi 10.000 de morți la 100.000 de cazuri.

După cum era de aşteptat, abordarea bazată pe cazurile confirmate în laborator a oferit cel mai mare risc (în principiu, între 100 şi 5.000 de decese), abordarea bazată pe simptome a oferit un interval între 5 şi 50 de decese, în vreme ce trecerea la numitor a infecțiilor estimate a generat un risc situat doar între 1 şi 10 decese la 100.000 de oameni: prima abordare a ilustrat un risc de fatalitate de 500 de ori mai mare decât ultima!

În 2020, odată cu răspândirea COVID-19 (cauzată de un coronavirus, SARS-COV-2), ne confruntăm cu aceleaşi incertitudini. De exemplu, până la 30 martie 2020, statisticile oficiale chineze numărau 50.006 cazuri şi 2.547 de decese în Wuhan, epicentrul pandemiei, care părea să fi depăşit perioada critică. Nu a existat nicio confirmare independentă a acestor sume totale suspecte: pe 17 aprilie, chinezii au crescut numărul morților cu 50%, la 3 869, dar numărul total de cazuri, cu doar 325. În primă instanță, fatalitatea cazurilor este de 5%, în cea de-a doua, de 7,7% – şi, cel mai probabil, nu vom afla niciodată numărul real, în orice caz, numitorii includ doar cazurile testate (sau testate şi simptomatice): Wuhan este un oraş cu 11,1 milioane de oameni, iar 50.000 de cazuri ar însemna că mai puțin de 0,5% dintre locuitorii săi au fost infectați, o pondere incredibil de mică în comparație cu numărul persoanelor afectate de gripa anuală.

Dacă nu cunoaştem numărul total al infecțiilor, putem obține o înțelegere mai bună apelând la abordarea demografică a mortalității, exprimată sub forma deceselor provocate de o anumită cauză la 1.000 de locuitori, şi folosind pentru comparație numărul de victime provocat de gripa anuală. Presupunând că vârful epidemiei de COVID-19 în Wuhan a fost depăşit (şi că cifrele oficiale reflectă realitatea), 3.900 de decese ar presupune o mortalitate specifică acestei pandemii de 0,35/1.000. Centrele pentru Controlul şi Prevenirea Bolilor (CPB) estimează că, în SUA, gripa sezonieră 2019 – 2020 va afecta între 38 şi 54 de milioane de oameni (dintr-o populație totală de 330 de milioane de locuitori) şi că se vor înregistra între 23.000 şi 59.000 de morți. Folosind media acestor intervale – 46 de milioane de persoane infectate şi 41.000 de decese –, înseamnă că circa 14% dintre americani se vor infecta şi că aproximativ 0,09% din totalul persoanelor infectate vor muri (rata fatalității cazurilor); totalul ratei mortalității specifice gripei va fi de 0,12/1.000 (adică va muri o persoană la fiecare 10.000 de cazuri), prin comparație cu 0,35/1.000 pentru Wuhan, la mijlocului lunii aprilie 2020.

Mortalitatea provocată de COVID-19 în Wuhan, în 2020, ar fi astfel de aproximativ trei ori mai mare decât mortalitatea gripei sezoniere din 2019 – 2020 în SUA, ceea ce reprezintă, cu siguranță, un motiv de îngrijorare, dacă nu unul de panică.

Ca în cazul oricărei alte pandemii, pentru a obține o imagine clară a răului provocat, va trebui să aşteptăm până când COVID-19 îşi va urma cursul firesc. Abia atunci vom putea cunoaşte numărul real – sau, pentru că nu vom afla niciodată cifra totală a persoanelor infectate la nivel național şi global, vom efectua estimări cât mai exacte – şi vom compara riscul rezultat al fatalității cazurilor, care s-ar putea să nu difere prea mult de cifrele pentru pandemia din 2009.

Aceasta este una dintre cele mai elementare lecții de algebră: putem cunoaşte cu exactitate numărătorul, dar, dacă nu cunoaştem numitorul cu o certitudine comparabilă, nu putem calcula cu precizie rata. Incertitudinile nu vor dispărea niciodată pe deplin, dar atunci când vei citi aceste rânduri vei înțelege mult mai bine adevărata amploare şi intensitatea ultimei pandemii decât atunci când le-am scris eu. Sper să le citeşti în continuare.

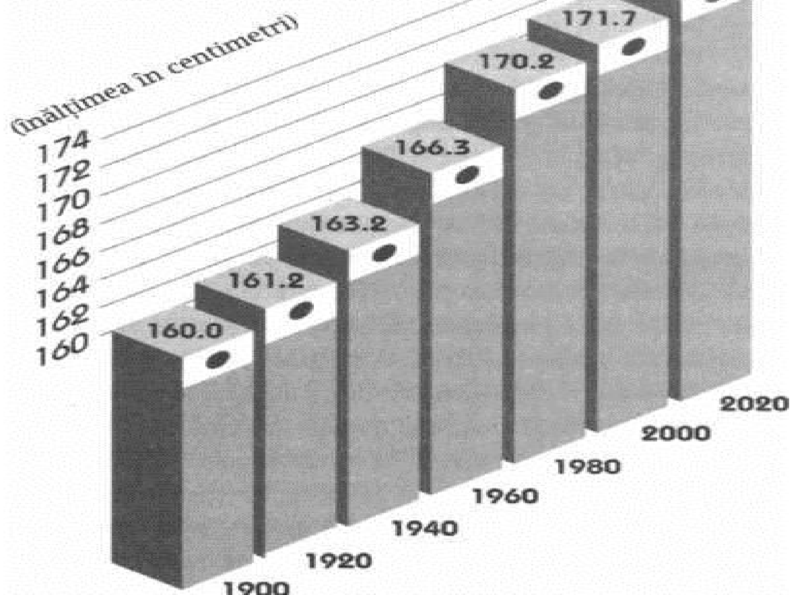
Creşterea în înălțime

Ca multe alte investigații despre condiția umană, studiile despre înălțimea oamenilor îşi au originile târzii în Franța secolului al XVIII-lea, unde, între 1759 şi 1777, Philibert Guéneau de Montbeillard şi-a măsurat fiul la fiecare şase luni – de la naştere până la vârsta de 18 ani –, iar Comte de Buffon a publicat tabelul măsurătorilor băiatului în suplimentul din 1777 al celebrei sale *Histoire Naturelle.* Dar fiul lui Montbeillard era înalt pentru epoca sa (ca tânăr adult, avea o înălțime asemănătoare cu un olandez de rând din zilele noastre) şi ne-au lipsit informațiile sistematice pe scară largă despre înălțimea oamenilor şi procesul de creştere a copiilor şi adolescenților până în anii 1830, când acest lucru a fost corectat datorită lui Edouard Mallet şi Adolphe Quetelet.

De atunci, au fost studiate toate aspectele înălțimii umane, variind de la progresul aşteptat odată cu vârsta şi relația înălțimii cu greutatea până la determinant nutriționali şi genetici şi diferențele de gen în perioadele accelerate de creştere. Drept

urmare, cunoaştem – cu o precizie ridicată – înălțimile (şi greutățile) aşteptate la diferite vârste. Dacă o tânără mamă americană vine la pediatrul ei cu un băiat de doi ani care măsoară 93 de centimetri, i se va spune că fiul ei este mai înalt decât 90% dintre copiii de vârsta lui.

Pentru cei interesați de măsurătorile pe termen lung ale progresului, precum şi de comparații internaționale relevante, unul dintre cele mai bune rezultate ale studiilor sistematice moderne a fost bine documentata istorie a mediilor de creştere în înălțime. Deşi oprirea din dezvoltare (creşterea inadecvată care produce o înălțime scăzută în raport cu vârsta la copiii mici) este în continuare des întâlnită în multe țări sărace, prevalența sa globală a scăzut – în special datorită progresului rapid înregistrat de China – de la aproximativ 40% în 1990 la aproximativ 22% în 2020, iar creşterea în înălțime a fost o tendință globală a secolului XX.



Consolidarea sănătății şi îmbunătățirea alimentației – şi, mai presus de toate, aporturile sporite de proteine animale de înaltă calitate (lapte, brânzeturi, carne şi ouă) – au fost motorul schimbării, iar a fi mai înalt presupune un număr surprinzător de mare de beneficii. Printre ele nu se numără, în general, o speranță de viață mai mare, însă includ un risc mai scăzut de boli cardiovasculare şi, totodată, o capacitate cognitivă mai mare, câştiguri sporite pe tot parcursul vieții şi un statut social mai ridicat. Corelația dintre înălțime şi câştiguri a fost documentată pentru prima dată în 1915 şi de atunci a fost confirmată în mod repetat pentru grupuri diverse, de la minerii indieni din exploatabile de cărbune până la directorii de companii din Suedia. În plus, ultimele studii arată că directorii companiilor cu un capital mai important sunt mai înalți!

Informațiile despre populație obținute pe termen lung şi pe scară largă sunt în egală măsură de fascinante. Înălțimea medie a bărbaților în Europa preindustrializată era între 169 şi 171 de centimetri, în vreme ce media globală era de aproximativ 167 de centimetri. Datele antropometrice disponibile din abundență pentru 200 de țări demonstrează un progres mediu pe parcursul secolului XX de 8,3 centimetri pentru femeile adulte şi 8,8 centimetri pentru bărbați. Locuitorii tuturor țărilor din Europa şi America de Nord au crescut în înălțime, în timp ce femeile sud-coreene au înregistrat cele mai mari progrese medii pentru persoanele de sex feminin (20,2 centimetri), iar bărbații iranieni au depăşit segmentul masculin cu 16,5 centimetri. Informațiile detaliate despre Japonia, consemnate începând din 1900 pentru ambele sexe, la 12 vârste diferite, între 5 şi 24 de ani, demonstrează modul în care creşterea în înălțime este corelată cu constrângerile şi îmbunătățirile nutriționale: între 1900 şi 1940, înălțimea medie a băieților de 10 ani a crescut cu 0,15 centimetri/an, dar în timpul războiului penuria de alimente a redus-o cu 0,6 centimetri/an; creşterea anuală a fost reluată abia în 1949, iar în a doua jumătate a secolului s-a înregistrat o medie de creştere de 0,25 centimetri/an. În mod similar, în China, progresele au fost întrerupte de cea mai mare foamete din lume (1959 – 1961), dar bărbații din marile oraşe au înregistrat totuşi o creştere de 1,3 centimetri/an în ultima jumătate a secolului XX. în schimb, măsurătorile pentru a doua jumătate a secolului XX arată progrese minime în India şi Nigeria, niciunul în Etiopia şi o uşoară scădere în Bangladesh.

Care este țara cu cei mai înalți cetățeni? La bărbați, recordurile sunt înregistrate în Olanda, Belgia, Estonia, Letonia şi Danemarca; la femei, Letonia, Olanda, Estonia, Republica Cehă şi Serbia, iar cel mai înalt grup (cu o medie care depăşeşte 182,5 centimetri) este cel al olandezilor născuți în ultimul sfert al

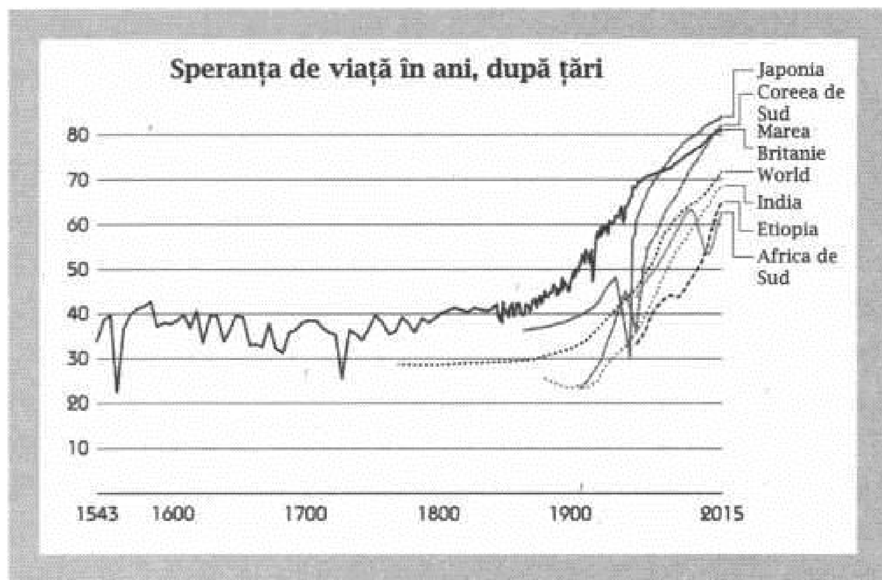
secolului XX. Laptele a fost un factor-cheie în procesul de creştere, fie că vorbim despre Japonia sau Olanda. Înaintea celui de-al Doilea Război Mondial, bărbații olandezi erau mai scunzi decât cei americani, dar consumul de lapte din SUA după 1950 a scăzut, în timp ce în Olanda a crescut până în anii 1960 – şi rămâne mai ridicat decât cel din SUA. Lecția este evidentă: cel mai simplu mod de a îmbunătăți şansele unui copil de a creşte mai înalt este să bea mai mult lapte.

Este speranța de viață, în sfârşit, pe cale să atingă apogeul?

Ray Kurzweil, principalul responsabil al Google cu prefigurarea viitorului, susține că, dacă vei reuşi să rămâi în viață până în 2029, progresele medicale vor „adăuga an de an încă un an la speranța ta de viață. Prin aceasta nu mă refer la speranța de viață calculată după data naşterii, ci, mai degrabă, la speranța de viață rămasă”. Cititorii curioşi pot estima ce ar putea însemna această tendință pentru creşterea populației globale, însă eu mă voi limita aici la o scurtă trecere în revistă a realităților legate de supraviețuire.

În 1850, speranța de viață atât a bărbaților, cât şi a femeilor era în jur de 40 de ani în Statele Unite, Canada, Japonia şi o mare parte din Europa. De atunci, valorile au urmat o tendință de creştere impresionantă şi aproape perfect liniară, care a dus aproape la dublarea lor. Femeile trăiesc mai mult în orice

societate, atingând o medie maximă de 87 de ani în cazul Japoniei.



Este posibil ca tendința să continue în următoarele decenii, având în vedere că, din 1950 până în 2000, speranța de viață a vârstnicilor din țările bogate a crescut cu aproximativ 34 de zile pe an. Însă, în lipsa unor descoperiri fundamentale, această schimbare a felului în care îmbătrânim, această tendință de prelungire a vieții se va diminua şi, în cele din urmă, se va încheia. Traiectoria pe termen lung a speranței de viață a femeilor japoneze – care a crescut de la 81,91 ani în 1990 la 87,26 ani în 2017 – corespunde unei curbe logistice simetrice care se apropie deja de asimptota sa, de circa 90 de ani. Traiectoriile pentru alte țări bogate demonstrează, de asemenea, o apropiere de plafon. Înregistrările disponibile pentru secolul XX arată două perioade

distincte de creştere a longevităţii: progresele liniare rapide (aproximativ 20 de ani într-o jumătate de secol) au predominat până în 1950, urmând intervale de progres mai lent.

Dacă suntem încă departe de atingerea limitei speranţei de viaţă umane, atunci cele mai mari progrese în privinţa supravieţuirii ar trebui înregistrate de persoanele cele mai vârstnice, adică persoanele între 80 şi 85 de ani ar trebui să aibă mai mult de câştigat decât cele între 70 şi 75 de ani. Aceasta a fost într-adevăr situaţia în cazul studiilor efectuate în Franţa, Japonia, Statele Unite şi Marea Britanie din anii 1970 până la începutul anilor 1990. De atunci, însă, progresele s-au stabilizat.

S-ar putea să nu existe o limită specifică programată genetic a duratei de viaţă, după cum nu există un program genetic care să ne limiteze viteza specifică de alergare (vezi „Cum a îmbunătăţit transpiraţia vânătoarea", p. 40). Dar durata de viaţă este o caracteristică fizică, rezultată din interacţiunea genelor cu mediul. Genele pot, la rândul lor, să introducă anumite limite biofizice, la fel şi efectele asupra mediului, cum ar fi fumatul.

Recordul pentru cea mai îndelungată viaţă, de 122 de ani, este revendicat de Jeanne Calment, o franceză care a murit în 1997. În mod bizar, după mai bine de două decenii, ea continuă să fie persoana care a trăit cel mai mult, iar avansul este unul considerabil. (Pe bună dreptate, marja este atât de mare, încât pare suspectă; vârsta şi chiar identitatea ei au fost puse sub semnul întrebării.) Al doilea cel mai longeviv supercentenar a murit la 119 ani, în 1999, şi de atunci nu s-au mai înregistrat cazuri de supravieţuitori peste vârsta de 117 ani.

Iar în cazul în care consideri că ai şanse să ajungi la 100 de ani pentru că unii dintre strămoşii tăi au trăit mult, ar trebui să afli că rata de moştenire ereditară a longevităţii este una modestă,

între 15% şi 30%. Având în vedere că oamenii tind să se căsătorească cu persoane care le seamănă – un fenomen cunoscut sub numele de împerechere asortată –, rata reală de moştenire ereditară a longevităţii este şi mai redusă decât atât.

Desigur, la fel ca în cazul tuturor problemelor complexe, există întotdeauna loc de interpretări diferite pentru analizele statistice publicate. Kurzweil speră că schimbările de dietă şi alte trucuri îl vor ajuta să-şi prelungească viaţa până când progresele ştiinţifice majore îl vor ajuta să trăiască veşnic. Este adevărat că există unele idei despre cum poate fi realizată această stare de conservare, cum ar fi întinerirea celulelor umane prin prelungirea telomerilor (secvenţele nucleotidice de la capetele cromozomilor care se deteriorează odată cu vârsta). Dacă acestea vor funcţiona, vârsta maximă realistă va putea fi prelungită la 125 de ani.

Însă, deocamdată, cel mai bun sfat pe care îl pot oferi tuturor, cu excepţia câtorva cititori remarcabil de precoce, este să planificăm lucrurile pe termen lung, deşi nu mai lung, poate, de secolul XXII.

Cum a îmbunătăţit transpiraţia vânătoarea înainte de



Secțiune microscopică a glandelor ecrine umane

Primul avantaj este modul în care respirăm. Un patruped poate respira doar o singură dată într-un ciclu locomotor, întrucât pieptul său trebuie să amortizeze impactul asupra membrelor anterioare. Noi, pe de altă parte, putem alege alte raporturi şi acest lucru ne permite să folosim energia într-un mod mai flexibil. Al doilea avantaj (şi mai mare) constă în capacitatea noastră extraordinară de a ne regla temperatura corpului, ceea ce ne permite să facem ceea ce leii nu pot: să alergăm pe distanțe mai lungi şi mai dificile sub soarele de amiază.

Totul ține de transpirație. Cele două animale mari pe care le-am folosit cu precădere pentru transport transpiră din abundență

prin comparație cu alte patrupede: într-o oră, un cal poate pierde aproximativ 100 de grame de apă pe metru pătrat de piele, iar o cămilă poate pierde până la 250 g/m². Pe de altă parte, o ființă umană poate pierde cu uşurință 500 g/ m², suficient cât să elimine o cantitate de căldură între 550 şi 600 de wați. Ratele maxime de transpirație pe oră pot depăşi 2 kilograme pe metru pătrat, iar cea mai mare rată de transpirație pe termen scurt înregistrată este de două ori mai mare.

Suntem supervedetele transpirației şi aşa trebuie să fie. Un amator care aleargă într-un ritm lent la maraton va consuma o cantitate de energie între 700 şi 800 de wați, în vreme ce metabolismul unui maratonist experimentat, care aleargă 42,2 km în 2,5 ore, va funcționa la o rată de aproximativ 1.300 de wați.

Şi mai avem un avantaj atunci când pierdem apă: nu trebuie să compensăm instantaneu deficitul. Oamenii pot tolera o deshidratare temporară considerabilă, cu condiția să ne rehidratăm după maximum o zi şi ceva. De fapt, cei mai buni maratonişti beau doar aproximativ 200 de mililitri pe oră în timpul unei curse.

Împreună, aceste avantaje le-au permis strămoşilor noştri să devină nişte prădători diurni fără egal, în condiții de temperatură ridicată. Bineînțeles, nu puteau depăşi în fugă o antilopă, dar, în timpul unei zile caniculare, o puteau hăitui până când, în cele din urmă, aceasta se prăbuşea, epuizată.

Dovezile pentru astfel de hăituieli pe distanțe lungi provin de pe trei continente şi includ cele mai rapide patrupede. În America de Nord, populația Tarahumara din nord-vestul Mexicului putea întrece căprioarele. Mai la nord, Paiutes şi Navajos puteau aduce la epuizare antilocaprele. În Africa de Sud, triburile Kalahari Basarwa reuşeau să doboare în timpul anotimpului secetos o

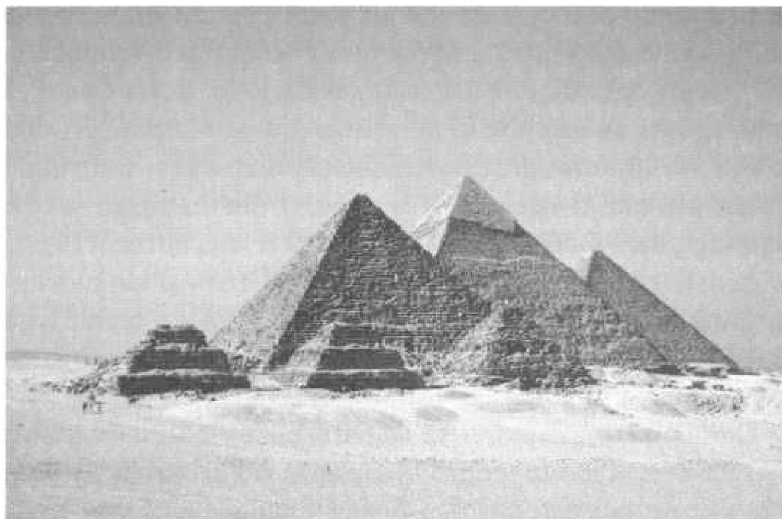
varietate de antilope, chiar şi antilope gnu şi zebre, în Australia, unii aborigeni erau capabili să întreacă cangurii.

Aceşti alergători ar fi avut un avantaj chiar şi față de atleții moderni, care folosesc pantofi sport scumpi: faptul că alergau desculți nu doar că reducea consumul de energie cu aproximativ 4% (un avantaj deloc de neglijat pe distanțe lungi), ci scădea totodată riscul de entorse ale gleznei şi gambei.

În cursa vieții, noi, oamenii, nu suntem nici cei mai rapizi, nici cei mai eficienți. Dar, datorită capacității noastre de a transpira, suntem, cu siguranță, cei mai insistenți.

De câți oameni a fost nevoie la construirea Marii Piramide?

Ținând cont de timpul scurs de la finalizarea construcției Marii Piramide a lui Khufu (aproape 4.600 de ani), structura – deşi dezbrăcată de învelişul neted de calcar alb care o făcea să strălucească de departe – se înalță remarcabil de intactă şi, prin urmare, nu există nicio îndoială cu privire la forma sa exactă (un poliedru cu o bază poligonală regulată), înălțimea sa originală (146,6 metri, incluzând piatra sacră benbenă sau de căpătâi) şi volumul său (circa 2,6 milioane de metri cubi).



Marile piramide din Giza

Cu toate acestea, s-ar putea să nu aflăm niciodată cum a fost construită, întrucât toate explicațiile obişnuite sunt problematice. Pentru construirea unei singure rampe lungi ar fi fost nevoie de o cantitate enormă de material, iar transportul pietrelor pe rampe mai scurte şi circulare ar fi fost complicată – la fel şi ridicarea şi punerea pe poziție a peste 2 milioane de pietre, însă, doar pentru că nu ştim cum a fost înălțată, nu înseamnă că nu putem calcula cu destulă siguranță de câți oameni a fost nevoie pentru construcția sa.

Trebuie să ținem cont de la bun început de restricția de timp de două decenii, cât a durat domnia lui Khufu (a murit în jurul anului 2530 î. Hr.). Lui Herodot, care a scris la mai bine de 21 de secole după terminarea piramidei, i s-a spus în timpul vizitei sale în Egipt că la finalizarea structurii au lucrat, în stagii de câte trei luni, echipe de muncitori totalizând simultan 100.000 de oameni.

În 1974, Kurt Mendelssohn, un fizician britanic de origine germană, a calculat că forța de muncă însuma 70.000 de muncitori sezonieri şi aproape 10.000 de cioplitori în piatră permanenți. Acestea sunt estimări largi, însă ne putem apropia de cifra reală apelând în mod inevitabil la fizică.

Consumul potențial de energie pentru Marea Piramidă (cantitatea necesară pentru a ridica masa deasupra nivelului solului) este de aproximativ 2,4 trilioane de jouli. Acest calcul este unul destul de simplu: reprezintă, pur şi simplu, produsul accelerației datorat gravitației, masei piramidei şi centrului de greutate al masei sale (situat la un sfert din înălțimea sa). Deşi masa nu poate fi calculată cu maximă precizie, întrucât depinde de densitățile specifice ale calcarului de Tura şi ale mortarului utilizate în construcția structurii, am folosit o medie de 2,6 tone pe metru cub şi, prin urmare, o masă totală de aproximativ 6,75 milioane de tone.

Oamenii sunt capabili să transforme aproximativ 20% din energia alimentară în muncă utilă, iar în cazul bărbaților silitori această cantitate este de circa 440 de kilojouli pe zi. Prin urmare, la ridicarea pietrelor ar fi fost nevoie de aproximativ 5,5 milioane de zile de muncă (2,4 trilioane împărțite la 440.000) sau aproximativ 275.000 de zile pe an pentru o perioadă de 20 de ani, adică circa 900 de oameni care să lucreze zece ore pe zi, timp de 300 de zile pe an. Un număr similar de lucrători s-ar fi putut dovedi suficient pentru amplasarea pietrelor în cadrul structurii în construcție şi apoi pentru netezirea blocurilor fațadei (prin contrast, multe blocuri de piatră de la interior au fost cioplite grosolan). Iar pentru a tăia 2,6 milioane de metri cubi de piatră în 20 de ani proiectul ar fi avut nevoie de aproximativ 1.500 de pietrari, care să lucreze 300 de zile pe an şi să producă individual 0,25 de metri cubi de piatră folosind dălți din bronz şi ciocane de

dolerit. Forța de muncă totală pentru construcție însumează așadar 3.300 de muncitori. Chiar dacă ar fi să dublăm cifra, pentru a număra și proiectanții, organizatorii, supraveghetorii, muncitorii folosiți la transport, la reparatul uneltelor, la construirea și întreținerea locuințelor de pe șantier, la gătitul hranei și spălatul hainelor, totalul nu ar depăși 7.000 de lucrători.

Pe parcursul construirii piramidei, populația totală a Egiptului număra între 1,5 și 1,6 milioane de locuitori și, prin urmare, cei 10.000 de oameni mobilizați ca forță de muncă nu ar fi reprezentat o povară extraordinară pentru economia țării. Adevărata provocare a reprezentat-o, probabil, organizarea muncii, planificarea aprovizionării continue cu pietre de construcție, inclusiv granit pentru structurile interne (în special pentru camera centrală și consola masivă a galeriei mari), care trebuiau livrate cu corăbiile din sudul Egiptului, de la aproximativ 800 de kilometri depărtare de Giza; de asemenea, asigurarea locuințelor, hranei și îmbrăcămintei necesare pentru echipele de muncitori de pe șantier.

În anii 1990, arheologii au descoperit un cimitir pentru muncitori, precum și fundațiile unei așezări folosite pentru găzduirea constructorilor celor două piramide ulterioare de la Giza, indicând că la fața locului nu au locuit mai mult de 20.000 de oameni. Succesiunea rapidă a ridicării celorlalte două piramide (pentru Khafra, fiul lui Khufu, începând din 2520 î. Hr., și pentru Menkaura, începând din 2490 î. Hr.) este cea mai bună mărturie că meșteșugul construirii lor era atât de bine stăpânit, încât înălțarea acestor structuri uriașe devenise doar unul dintre proiectele inginerești pentru proiectanții, administratorii și muncitorii Vechiului Regat.

De ce cifra şomajului nu dezvăluie întreaga poveste

Multe statistici economice sunt notoriu de imprecise, iar motivul pentru care se întâmplă acest lucru ţine adesea de selecţia datelor, incluse sau excluse. Produsul intern brut oferă un bun exemplu de indicator care lasă deoparte anumiţi factori ecologici externi esenţiali, cum ar fi poluarea aerului şi a apei, eroziunea solului, pierderea biodiversităţii şi efectele schimbărilor climatice.



Şomeri stând la coadă pentru mâncare
în timpul Marii Depresiuni

Calcularea şomajului este, de asemenea, un exerciţiu de excludere, iar opţiunile sunt probabil cel mai bine ilustrate de datele din Statele Unite. Celor familiarizaţi cu ştirile economice din SUA li se va părea cunoscută cifra oficială de 3,5%, cât era rata totală a şomajului la nivel naţional în decembrie 2019. Dar aceasta este doar una dintre cele şase metode diferite folosite de Biroul de Statistică a Muncii pentru a cuantifica „subutilizarea forţei de muncă".

Iată-le şi pe celelalte, în ordine crescătoare (din nou, la nivelul lor din decembrie 2019). Procentul persoanelor fără loc de muncă timp de 15 săptămâni sau mai mult, raportat la forţa de muncă civilă: 1,2%. Persoanele care şi-au pierdut slujba şi au efectuat slujbe temporare: 1,6%. Procentul total al şomajului raportat la forţa de muncă civilă (cota oficială): 3,5%. Procentul de şomeri şi de lucrători descurajaţi (care nu-şi mai caută o slujbă), în raport cu forţa de muncă civilă şi lucrătorii descurajaţi: 3,7%. Categoria anterioară extinsă prin includerea persoanelor „puţin ataşate" (care lucrează temporar sau ocazional) forţei de muncă: 4,2%. Şi, în cele din urmă, ultima categorie îi include şi pe cei care lucrează doar cu jumătate de normă din motive economice (adică ar prefera să lucreze cu normă întreagă): 6,7%. Cei şase indicatori oferă o marjă de valori destul de amplă – rata oficială a şomajului (Ş3) reprezintă doar jumătate din rata cea mai cuprinzătoare (Ş6), care este de cinci ori mai mare decât cel mai limitat indicator (Ş1).

Dacă îţi pierzi slujba, figurezi ca şomer doar dacă îţi cauţi în continuare de lucru; altfel, nu mai eşti luat în calcul niciodată. De aceea, atunci când încerci să stabileşti cu precizie rata „reală" a

şomajului, trebuie să te uiți la rata de participare a forței de muncă (procentul din populația totală a numărului de persoane disponibile pentru muncă), care, în ultimul timp, a fost în scădere. În 1950, în SUA, rata era de doar 59% şi, după o creştere majoră timp de jumătate de secol, a ajuns la 67,3%, în primăvara anului 2000; scăderea ulterioară a ajuns până la nivelul de 62,5%, în toamna anului 2005, urmată de o creştere lentă până la 63,2%, la sfârşitul anului 2019. Există, desigur, diferențe substanțiale între categoriile de vârstă: rata cea mai ridicată este de aproximativ 90%, în rândul bărbaților între 35 şi 44 de ani.

Şi cifrele europene ale şomajului arată cât de dificil sunt acestea de raportat la structura socială a țării sau la satisfacția personală a locuitorilor săi. Cea mai mică rată, cu puțin peste 2%, se înregistrează în Republica Cehă, în timp ce Spania a suferit mulți ani de o cotă ridicată a şomajului – peste 26% în 2013 şi peste 14% la sfârşitul anului 2019, procente raportate la întreaga populație, şi, în ciuda unei scăderi uşoare, cota se situa în continuare, în 2019, în jurul a 33% pentru tineretul spaniol (ultima cifră este, în mod clar, o realitate deprimantă pentru oricine intră pentru prima dată în câmpul muncii). Cu toate acestea, scorul fericirii în rândul cehilor (vezi capitolul următor) este de doar 8%, înaintea celui al spaniolilor, în vreme ce, în Cehia, rata sinuciderilor este de 8 la 100.000 de locuitori, de trei ori mai mare decât în Spania. Este adevărat, jafurile sunt mai frecvente în Barcelona decât în Praga, dar media spaniolă este doar puțin mai mare decât media britanică, iar şomajul britanic este la un sfert din cota spaniolă.

Evident, realitățile complexe ale (ne) ocupării forței de muncă nu pot fi niciodată surprinse de o cifră globală. Mulți oameni care au fost în mod formal şomeri au reuşit să răzbească datorită sprijinului familial şi acordurilor de muncă informale. Mulți

angajați cu normă întreagă sunt nemulțumiți de slujba lor, dar n-o pot schimba cu uşurință sau chiar deloc din cauza abilităților sau a împrejurărilor familiale. Poate că cifrele nu mint, dar percepțiile individuale asupra lor diferă.

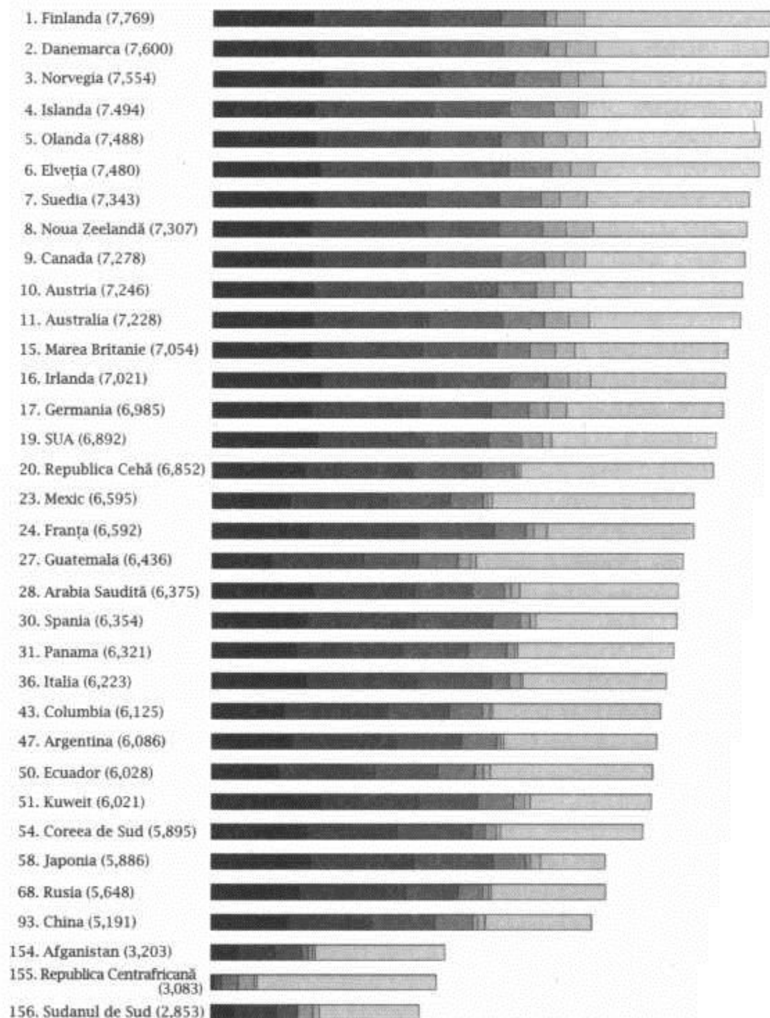
Ce îi face pe oameni fericiți?

Pentru a răspunde la această întrebare, ar fi extrem de util să ştim care societăți se consideră semnificativ mai fericite decât altele – şi, începând din 2012, acest lucru este extrem de uşor de aflat consultând cea mai recentă ediție din *Raportul Fericirii Mondiale,* publicat anual la New York de Rețeaua Națiunilor Unite pentru Soluții de Dezvoltare Durabilă. În 2019 (rezumând date şi sondaje din 2016 – 2018), Finlanda a fost, pentru a doua oară consecutiv, cea mai fericită țară din lume, urmată de Danemarca, Norvegia şi Islanda; Olanda şi Elveția s-au situat chiar înaintea Suediei, ceea ce înseamnă că țările nordice au ocupat cinci dintre primele şapte locuri. Top 10 a fost completat de Noua Zeelandă, Canada şi Austria. Clasamentul următoarelor zece țări a fost deschis de Australia şi încheiat de Republica Cehă; Marea Britanie s-a situat pe locul 15, Germania pe 17, iar SUA s-au strecurat pe poziția cu numărul 19.

Aceste informații sunt raportate de presă, care îi admiră pe nordicii veşnic fericiți şi scoate în evidență cum bogățiile (prost distribuite) ale Americii nu pot cumpăra fericirea. Însă rareori ajung să fie raportate şi datele care alcătuiesc aceste scoruri naționale: PIB-ul pe cap de locuitor, sprijinul social (determinat

de întrebarea dacă, atunci când dau de necaz, oamenii au rude sau prieteni pe care să se bazeze), speranța de viață sănătoasă (preluată de la Organizația Mondială a Sănătății, care evaluează 100 de factori de sănătate diferiți), libertatea de a face alegeri de viață (obținută prin răspunsul la întrebarea „Eşti mulțumit sau nemulțumit de libertatea de a alege ce să faci cu viața ta?”), gradul de generozitate („Ai donat bani unei organizații caritabile în ultima lună?”) şi percepțiile despre corupție (la nivel administrativ şi în cadrul mediului de afaceri).

Fericirea după țară: 2016–2018



La fel ca în cazul tuturor indicilor, şi acesta este alcătuit dintr-un ansamblu de componente, printre care: un celebru indicator discutabil (PIB-ul național convertit în dolari americani), răspunsuri care nu pot fi comparate cu uşurință între culturi (percepția libertății de a alege) şi scoruri bazate pe variabile obiective şi revelatoare (speranța de viață sănătoasă). Acest amestec ne arată că ar trebui să privim cu mare scepticism orice fel de clasament precis – şi acest sentiment este puternic întărit atunci când analizăm cu atenție lucruri care nu apar niciodată în presă: punctajul propriu-zis al țărilor (exact până la a treia zecimală!). Întâmplător, în 2019, am susținut prelegeri în țările situate pe primele trei locuri în clasamentul celor mai fericite națiuni, dar, în mod evident, n-am reuşit să observ dacă finlandezii (7,769) sunt cu 2,2% mai fericiți decât danezii (7,600), care la rândul lor sunt cu 0,6% mai fericiți decât norvegienii. Absurditatea acestor chestiuni este cât se poate de clară. Chiar şi locul 9, Canada, are un scor combinat care este cu doar 6,3% mai mic decât cel al Finlandei. Având în vedere toate incertitudinile inerente legate de variabilele constitutive şi însumarea lor simplistă, neponderată, oare nu ar fi mai exact, mai onest (şi, desigur, mai puțin demn de atenția presei) să rotunjim măcar scorurile la nivelul celei mai apropiate unități – sau, şi mai bine, să nu alcătuim un clasament individual, ci să spunem pur şi simplu cine alcătuieşte grupul primelor 10 sau 20 de țări?

Şi, apoi, mai există o remarcabilă lipsă de corelație între fericire şi sinucidere: trasarea graficului celor două variabile pentru toate țările europene arată o absență completă a relației dintre ele. Într-adevăr, o parte dintre cele mai fericite țări au o rată relativ ridicată a sinuciderilor, iar unele națiuni destul de nefericite au o incidență foarte scăzută a sinuciderilor.

Dar, în afara faptului că sunt nordici şi bogaţi, ce îi face pe aceşti oameni fericiţi? Ţările cu un punctaj aparent deplasat ne oferă nişte indicii fascinante în acest sens. Faptul că Afghanistanul, Republica Centrafricană şi Sudanul de Sud sunt cele mai nefericite ţări din totalul de 156 din clasament este, din păcate, unul previzibil (războaiele civile le-au măcinat vreme mult prea îndelungată). Însă cum se face că Mexic (un stat al drogurilor, cu o rată extraordinar de mare a violenţelor şi crimei) este pe locul 23, înaintea Franţei? Guatemala înaintea Arabiei Saudite? Panama înaintea Italiei? Columbia înaintea Kuweitului? Argentina înaintea Japoniei? Şi Ecuador înaintea Coreei de Sud? în mod clar, aceste perechi formează un tipar remarcabil: ţările menţionate în al doilea rând sunt mai bogate (adesea, substanţial mai bogate), mai stabile, mai puţin violente şi oferă o viaţă considerabil mai uşoară decât primele ţări din cadrul perechii, care au caracteristici comune evidente: sunt relativ sărace, zbuciumate şi chiar violente, însă toate sunt foste colonii spaniole şi, prin urmare, în proporţii covârşitoare, catolice. Şi toate sunt în primele 50 de ţări (Ecuadorul este chiar pe locul 50), cu mult înaintea Japoniei (58) şi Chinei (93), ţara considerată de naivii observatori occidentali ca un adevărat paradis economic, plin de cumpărători fericiţi. Dar, cu toate că Louis Vuitton câştigă o avere în China, nici mallurile masive, nici conducerea atotştiutorului partid nu-i face pe chinezi mai fericiţi; chiar şi cetăţenii disfuncţionalei Nigerii (85) stau mai bine la capitolul acesta.

Lecţiile sunt clare: dacă nu te încadrezi în primele 10 ţări (dacă nu eşti nordic, olandez, elveţian, neozeelandez sau canadian), converteşte-te la catolicism şi începe să înveţi *castellano. Ibuena suerte con eso!*

Ascensiunea megalopolisurilor

Modernitatea înseamnă multe lucruri – bogăție şi mobilitate în creştere, comunicare ieftină şi instantanee, hrană din abundentă şi la prețuri accesibile, o speranță de viață mai mare –, dar un observator extraterestru, care trimite periodic sonde de recunoaştere pe Pământ, ar fi impresionat de o schimbare uşor de observat din spațiu: ritmul tot mai mare al urbanizării, pe măsură ce oraşele continuă să invadeze ca o amibă peisajul rural înconjurător, creând pete masive de lumină intensă pe tot parcursul nopții.

În 1800, mai puțin de 2% din populația lumii trăia în oraşe; în 1900, proporția era încă în jur de 5%. În 1950, a urcat la 30%, iar 2007 a fost primul an în care peste jumătate din omenire trăia în mediul urban. În 2016, un cuprinzător studiu al Organizației Națiunilor Unite a numărat 512 oraşe cu o populație de peste 1 milion de locuitori, dintre care 45 mai mari de 5 milioane şi 31 cu peste 10 milioane de locuitori. Oraşele din acest ultim grup au o denumire specială: „megalopolisuri".

Această concentrare continuă a populației în oraşe din ce în ce mai mari a fost determinată de avantajele care decurg din aglomerarea de oameni, de informații şi activități, datorată în mare parte colocării companiilor înrudite: la nivel global, gândeşte-te la Londra şi New York, capitalele financiare, şi la Shenzhen din provincia Guangdong din China, capitala electronicelor de larg consum. Economiile de scară6 reuşesc să

6 Economiile în care întreprinderile îşi reduc costurile unitare

economisească mulți bani; interacțiunile dintre producători, furnizori şi consumatori sunt mai uşor de gestionat; întreprinderile au acces la rezerve mari de forță de muncă şi la competențe diverse şi (în ciuda problemelor cauzate de aglomerație şi asupra mediului), calitatea vieții din oraşele mari atrage persoanele talentate, adesea din întreaga lume. Oraşele creează nenumărate sinergii şi oportunități de investiții şi oferă acces la o educație superioară şi la cariere pline de satisfacții. Acesta este motivul pentru care multe oraşe mai mici – odată cu peisajul rural înconjurător – îşi pierd locuitorii, dar megalopolisurile continuă să crească.

Nu este uşor să le clasificăm după mărime, întrucât diversele granițe administrative generează cifre diferite atunci când megalopolisurile sunt luate în considerare ca unități funcționale. Tokyo, cel mai mare megalopolis din lume, foloseşte opt definiții jurisdicționale sau statistice diferite, de la cele 23 de cartiere ale oraşului vechi, cu mai puțin de 10 milioane de oameni, până la zona Regiunii Capitalei Țării, cu aproape 45 de milioane de locuitori. Unitatea folosită de administrația oraşului este Regiunea Metropolitană Majoră din Tokyo *(Tokyo daitoshikeri),* care se defineşte prin accesul populației la navetă pe o rază de 70 de kilometri, pornind de la masivele turnuri gemene ale Clădirii Administrației Metropolitane *(Tökyö tochö)* din Shinjuku; regiunea are acum aproximativ 39 de milioane de oameni.

Dezvoltarea ilustrează perfect diminuarea influenței Occidentului şi ascensiunea Asiei. În 1900, 9 dintre cele mai mari 10 oraşe ale lumii se găseau în Europa şi Statele Unite. În 1950, New York şi Tokyo erau singurele megalopolisuri, iar México City

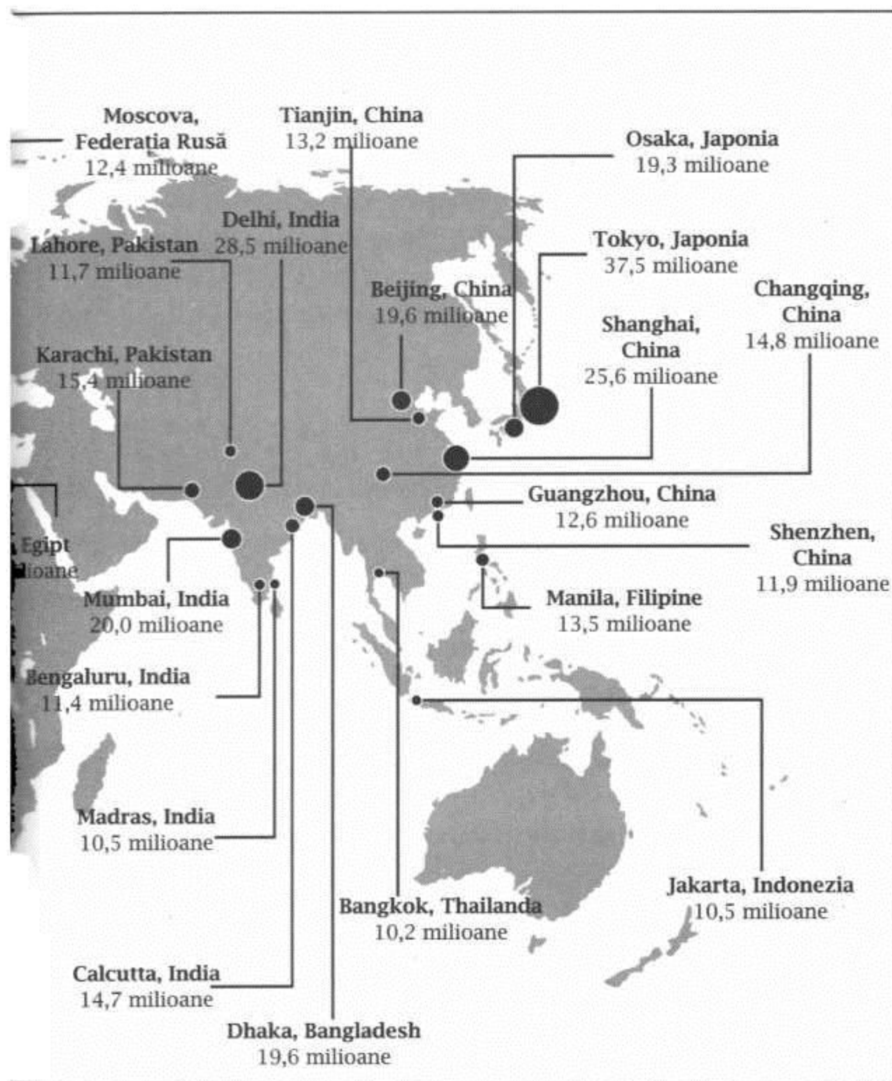
---

producând mai multe bunuri sau servicii şi care, odată cu creşterea producției, îşi reduc costurile medii prin repartizarea costurilor fixe asupra unei producții mai mari (n. *tr.).*

s-a adăugat listei abia în 1975. Dar, până la sfârşitul secolului, numărul megalopolisurilor a ajuns la 18, iar în 2020 lista număra 35 de oraşe, cu peste jumătate de miliard de locuitori. Tokyo (cu mai mulți locuitori decât Canada, care generează un produs economic aproape egal cu cel obținut de jumătate din populația Germaniei) rămâne în top, iar 20 dintre cele 35 de megalopolisuri (aproape 60%) se află în Asia. Există şase în America Latină, două în Europa (Moscova şi Paris), trei în Africa (Cairo, Lagos, Kinshasa) şi două în America de Nord (New York şi Los Angeles).

Niciunul dintre ele nu stă bine în clasamentul criteriilor majore de calitate a vieții: Tokyo este curat, zonele sale rezidențiale, situate nu prea departe de centrul oraşului, sunt remarcabil de liniştite, transportul public este exemplar, iar rata criminalității este foarte scăzută, dar locuințele sunt înguste şi naveta zilnică este lungă şi costisitoare. Magalopolisurile chineze – construite în totalitate de migranți din zonele rurale, cărora, până de curând, li s-a refuzat dreptul de a locui în ele – au devenit modele de arhitectură inovatoare şi reprezintă nişte proiecte publice strălucitoare, dar au o calitate proastă a aerului şi a apei, iar locuitorii lor sunt monitorizați continuu pentru cele mai mărunte infracțiuni sociale. În schimb, în megalopolisurile africane domnesc puține reguli, iar Lagos şi Kinshasa sunt întruchiparea perfectă a dezorganizării, mizeriei şi degradării mediului. Dar toate acestea nu prea contează; fiecare megalopolis – indiferent că este Tokyo (cu cel mai mare număr de restaurante de lux), New York (cu cea mai mare pondere a populației născute în străinătate) sau Rio de Janeiro (cu o rată a criminalității care se apropie de 40 de cazuri la 100.000 de locuitori) – continuă să atragă oameni. Iar Națiunile Unite prevăd o creştere cu încă 10 a numărului megalopolisurilor până în 2030: şase în Asia (inclusiv Ahmedabad şi Hyderabad din India), trei în Africa (Johannesburg, Dar es Salaam, Luanda) şi Bogotá din Columbia.


Megalopolisuri: 2018
Paris, Franța
10,9 milioane
Los Angeles, SUA
12,5 milioane
New York, SUA
18,8 milioane
Istanbul, Turci
14,8 milioane
Lagos, Nigeria
13,5 milioane
Mexico City, Mexic
21,6 milioane
Bogotá, Columbia
10,6 milioane
Kinshasa, Rep. Dem
Congo
13,2 milioane
Lima, Peru
10,4 milioane
Rio de Janeiro,
Brazilia
13,3 milioane
São Paulo, Brazilia
21,7 milioane
Buenos Aires, Argentina
15,0 milioane


Moscova, Federația Rusă 12,4 milioane
Tianjin, China 13,2 milioane
Osaka, Japonia 19,3 milioane
Delhi, India 28,5 milioane
Lahore, Pakistan 11,7 milioane
Tokyo, Japonia 37,5 milioane
Beijing, China 19,6 milioane
Changqing, China 14,8 milioane
Shanghai, China 25,6 milioane
Karachi, Pakistan 15,4 milioane
Guangzhou, China 12,6 milioane
Shenzhen, China 11,9 milioane
Egipt
Mumbai, India 20,0 milioane
Manila, Filipine 13,5 milioane
Bengaluru, India 11,4 milioane
Madras, India 10,5 milioane
Jakarta, Indonezia 10,5 milioane
Bangkok, Thailanda 10,2 milioane
Calcutta, India 14,7 milioane
Dhaka, Bangladesh 19,6 milioane

Ţări.
Naţiunile în Era Globalizării

Tragediile prelungite ale

Primului Război Mondial

Puţine comemorări centenare au avut o rezonanţă la fel de puternică precum marcarea sfârşitului primului conflict armat cu adevărat mondial, în noiembrie 2018. Uriaşul masacru provocat de război a marcat memoria unei generaţii, dar consecinţa sa cea mai tragică a fost instituirea regimului comunist în Rusia (1917), a celui fascist în Italia (1922) şi a celui nazist în Germania (1933). Aceste evoluţii au condus la cel de-al Doilea Război Mondial, care a ucis şi mai mulţi oameni şi a avut urmări directe sau indirecte, inclusiv NATO vs. Rusia şi divizarea Coreei, care încă ne tulbură viaţa.



Bătălia de pe Somme, 1916: trupele britanice
şi un tanc Mark I

Chiar dacă al Doilea Război Mondial a făcut un număr mai mare de victime, se poate afirma totuşi că prima conflagrație a reprezentat dezastrul decisiv, întrucât a provocat mare parte din ceea ce a urmat. Este adevărat, al Doilea Război Mondial a înregistrat progrese mult mai mari în privința forței distructive, printre care cele mai rapide avioane de luptă propulsate de motoare cu pistoane, enormele bombardiere cu patru motoare (Bl7), rachetele (VI ꙅi V2 germane) şi, chiar spre sfârşitul războiului, bombele nucleare care au distrus Hiroshima şi Nagasaki.

Prin comparație, Primul Război Mondial, cu tranşeele sale şi fronturile care abia se mişcau, a fost un conflict considerabil mai puțin dinamic. Dar, la o privire mai atentă, observăm că

progresele exclusiv tehnice au fost realmente esențiale pentru prelungirea sa şi creşterea numărului de morți.

Lăsând deoparte folosirea gazelor toxice în luptă (care nu s-a mai repetat niciodată la o asemenea scară), pe parcursul primei conflagrații au fost dezvoltate şi perfecționate mai multe modalități-cheie pentru războiul modern. Primele submarine cu motoare diesel au fost folosite, în cadrul unor incursiuni lungi, pentru atacarea convoaielor de nave comerciale. Tot acum, au fost utilizate primele tancuri. Au fost declanşate primele raiduri aeriene de bombardament, folosind atât dirijabile, cât şi avioane. Primul portavion gata de luptă a fost lansat în 1914. În 1916, francezii au testat cu succes emițătoarele portabile, care permiteau comunicarea vocală aer-sol şi, în 1917, comunicarea aer-aer, punând bazele lungului drum spre dezvoltarea unor componente electronice tot mai mici, tot mai practice.

Dar, printre aceste progrese, trebuie să evidențiem spectaculoasa inovație care i-a permis Germaniei aflată sub blocadă să reziste pe două fronturi timp de patru ani: sinteza amoniacului. Când a început războiul, marina britanică a tăiat accesul Germaniei la nitrații importați din Chile, necesari pentru producția de explozibili. Dar, printr-o coincidență remarcabilă, Germania a reuşit să se aprovizioneze singură cu nitrați artizanali. În 1909, Fritz Haber, profesor la Universitatea din Karlsruhe, a finalizat lungul proces de sintetizare a amoniacului din elementele sale constitutive. Azotul şi hidrogenul au fost combinate la presiuni înalte şi în prezența unui catalizator, obținându-se astfel amoniacul (NH3).

Până în octombrie 1913, BASF – pe atunci, cel mai important concern mondial din industria chimică, sub conducerea lui Carl Bosch – reuşise să reproducă procesul la scară comercială, în

prima fabrică de amoniac din lume, în Oppau, Germania. Acest amoniac sintetic urma să fie utilizat la producerea de îngrăşăminte solide, cum ar fi azotatul de sodiu sau de amoniu (vezi „Lumea fără amoniacul sintetic”, p. 205).

Dar, în mai puțin de un an, a izbucnit războiul şi, în loc să transforme amoniacul în îngrăşământ, BASF a început să producă acel compus pe scară industrială, necesar pentru conversia în acid azotic, folosit la sintetizarea explozivilor de război, în aprilie 1917, în Leuna, la vest de Leipzig, a fost construită o fabrică şi mai mare de amoniac, iar producția combinată a celor două fabrici a fost suficientă pentru susținerea rezervei de explozivi necesari Germaniei până la sfârşitul războiului.

Capacitatea industriei de a găsi soluții noi pentru fiecare criză a contribuit la prelungirea Primului Război Mondial, provocând alte milioane de victime. Acest progres teribil de modern contravine imaginii primitive despre război, considerat de prea multe ori o stare prelungită de impas, în tranşee noroioase, şi a pregătit calea pentru măcelul şi mai mare de peste o generație.

Sunt Statele Unite cu adevărat excepționale?

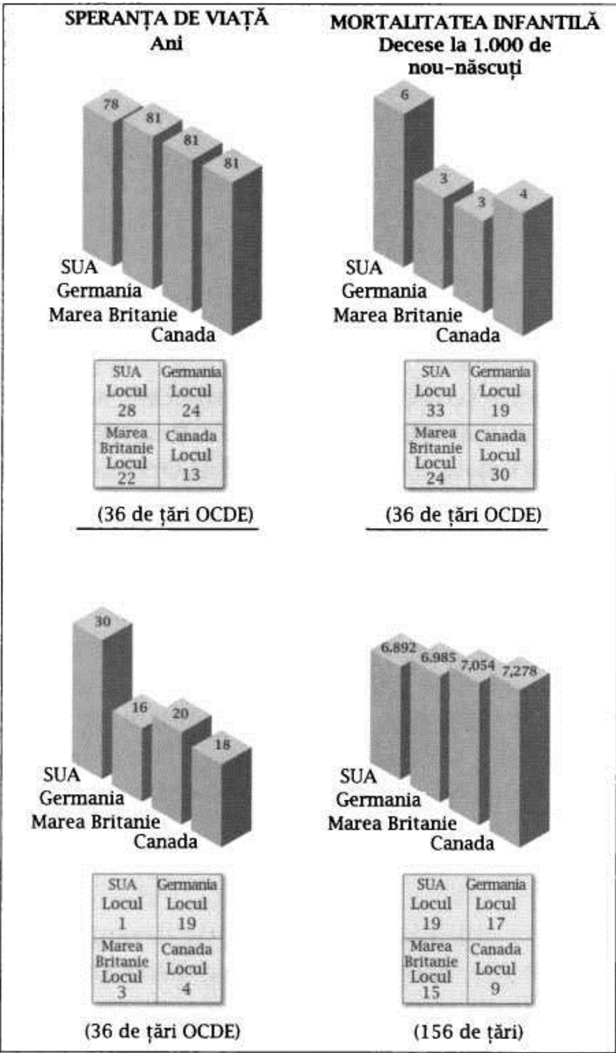
Credința în „excepționalitatea americană” – acel amestec unic de idealuri, idei şi dragoste de libertate, care capătă o forță impresionantă grație realizărilor tehnice şi economice – este încă

vie şi puternică. Chiar şi fostul preşedinte Obama, o persoană recunoscută pentru abordarea neemoțională a actului de guvernare şi, de aceea, un susținător reticent al acestei concepții, s-a lăsat dat pe brazdă. La începutul mandatului său (în aprilie 2009), el îşi afirmase convingerea, negând-o în esență: „Cred în excepționalitatea americană, la fel cum britanicii cred în excepționalitatea britanică şi grecii în excepționalitatea grecească”. Până în mai 2004, s-a lăsat însă înduplecat: „Cred în excepționalitatea americană cu fiecare fibră a ființei mele”.

Dar astfel de proclamări nu înseamnă nimic dacă nu sunt conforme cu realitatea. Iar aici ceea ce contează cu adevărat nu este mărimea produsului intern brut al unei țări sau numărul de focoase ori brevete de invenție pe care le deține, ci variabilele care surprind cu adevărat bunăstarea intelectuală şi fizică a cetățenilor săi. Aceste variabile sunt, pur şi simplu, viața, moartea şi cunoaşterea.

Mortalitatea infantilă este un indicator excelent pentru o gamă de condiții, printre care se numără veniturile, calitatea locuințelor, alimentația, educația şi investițiile în serviciile medicale. Foarte puțini copii mor în țările bogate în care oamenii au o locuință bună şi în care părinții educați (la rândul lor, alimentați bine) îşi hrănesc copiii corespunzător şi au acces la servicii medicale (vezi „Cel mai bun indicator al calității vieții? Să analizăm mortalitatea infantilă”, p. 22). Şi atunci cum se face că Statele Unite stau prost în clasamentul celor 200 de țări? Cea mai recentă comparație disponibilă arată că, având o incidență a mortalității infantile de 6 cazuri la 1.000 de nou-născuți, SUA nu se numără printre primele 25 de țări din lume. Mortalitatea infantilă este mult mai mare decât în Franța (4), Germania (3) şi Japonia (2). Iar rata SUA este cu 50% mai mare decât cea a

Greciei (4), o țară descrisă de presă ca un adevărat creuzet pentru crizele financiare.



A scuza acest punctaj foarte slab susţinând că ţările europene au populaţii omogene nu funcţionează: în zilele noastre, Franţa şi Germania sunt pline de imigranţi recenţi (vizitează puţin, te rog, Marsilia sau Düsseldorf). Lucrurile care contează cu adevărat sunt informarea părinţilor, alimentaţia sănătoasă, amploarea redusă a inegalităţilor economice şi accesul universal la servicii medicale, Statele Unite fiind (în mod notoriu) singura ţară modernă bogată care nu îndeplineşte ultimul criteriu.

Şi, dacă e să analizăm finalul călătoriei noastre pe Pământ, rezultatele sunt aproape la fel de proaste: speranţa recentă de viaţă în SUA (circa 79 de ani pentru ambele sexe) nu se clasează nici măcar printre primele 25 de ţări la nivel mondial şi este, din nou, în urma Greciei (aproximativ 81) şi a Coreei de Sud (aproape 83). Canadienii trăiesc, în medie, cu trei ani mai mult, iar japonezii (circa 84) cu aproape şase ani mai mult decât semenii lor americani.

Performanţele şcolare ale elevilor americani (sau lipsa acestora) sunt examinate de fiecare ediţie a Programului de Evaluare Internaţională a Elevilor (PISA) al Organizaţiei pentru Cooperare şi Dezvoltare Economică. Cele mai recente rezultate (2018) pentru persoanele în vârstă de 15 ani arată că, la matematică, Statele Unite se situează imediat în urma Rusiei, Slovaciei şi Spaniei, dar mult mai jos decât Canada, Germania şi Japonia. La ştiinţe exacte, elevii americani se situează chiar sub scorul mediu PISA (497, faţă de 501); la lectură, depăşesc cu puţin media (498, faţă de 496), dar sunt cu mult în spatele tuturor naţiunilor occidentale dens populate şi bogate. PISA, ca orice alt studiu, are punctele sale slabe, dar diferenţele mari în clasamentul relativ sunt clare: nu există nici cea mai mică dovadă a excepţionalităţii americane la capitolul performanţe şcolare.

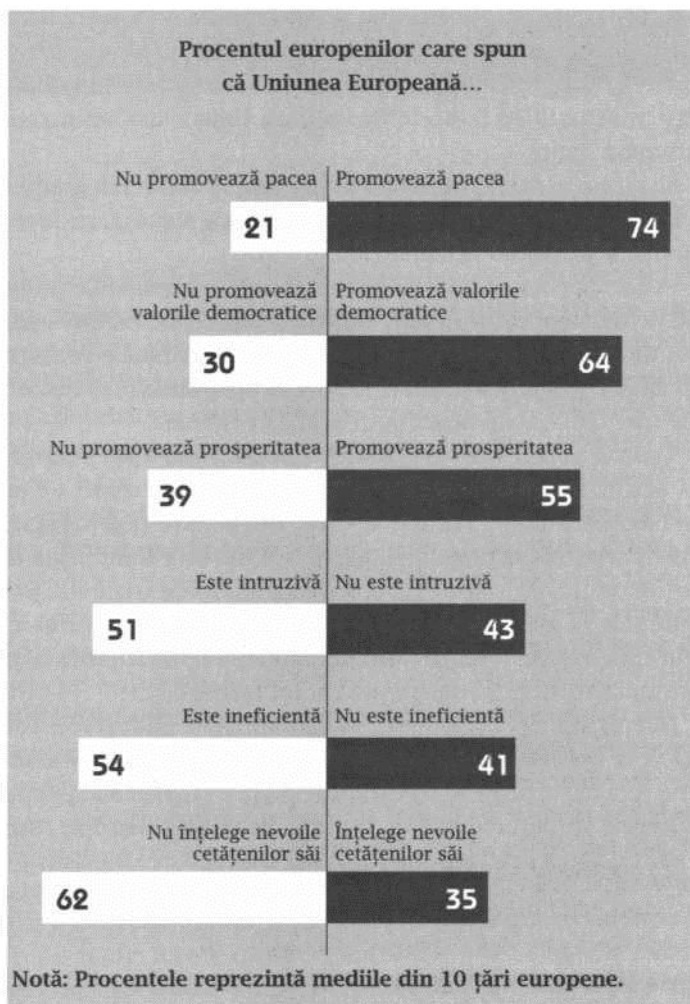
E posibil ca cititorii americani să fie deranjați de aceste aspecte neplăcute, dar nu există nimic discutabil în privința lor. În Statele Unite, riscul de deces la bebeluşi şi al liceenilor de a rămâne needucați este mai mare decât în cazul omologilor lor din țările bogate. Politicienii pot căuta în continuare dovezi ale excepționalității americane, dar nu le vor regăsi în cifre, acolo unde contează cu adevărat.

De ce Europa ar trebui să fie mândră de ea

La 1 ianuarie 1958, Belgia, Franța, Italia, Luxemburg, Olanda şi Republica Federală Germania au format Comunitatea Economică Europeană (CEE), care avea drept scop integrarea economică şi comerțul scutit de taxe în cadrul unei uniuni vamale.

Deşi obiectivele imediate erau exclusiv economice, aspirațiile CEE au fost dintotdeauna mai mari. În Tratatul de la Roma, documentul fondator, statele membre şi-au afirmat hotărârea „de a asigura progresul economic şi social al țărilor lor prin acțiuni comune de eliminare a barierelor care despart Europa”. La acea vreme, aceste obiective păreau nerealiste: Europa era divizată nu doar de prejudecăți naționale şi inegalități economice, ci, mult mai grav, de Cortina de Fier, care traversa continentul de la Marea Baltică până la Marea Neagră, Moscova controlând țările de la est de ea.

Sovieticii şi-au reafirmat dominaţia după eşecul Primăverii de la Praga din 1968 (când încercările cehoslovace de reformă s-au încheiat prin invazia sovietică a ţării), în vreme ce CCE a continuat să accepte noi membri: Marea Britanie, Irlanda şi Danemarca în 1973, Grecia în 1981, Spania şi Portugalia în 1986. Apoi, după prăbuşirea URSS, în 1991, s-a deschis calea către integrarea paneuropeană. În 1993, Tratatul de la Maastricht a instituit Uniunea Europeană; în 1999, a fost creată o monedă comună, euro, iar în prezent 27 de naţiuni aparţin Uniunii.



UE are puțin peste 500 de milioane de locuitori, mai puțin de 7% din populația globală, dar generează aproape 24% din producția economică mondială, față de 22% în cazul Statelor Unite. Uniunea contabilizează aproape 16% dintre exporturile globale de bunuri – cu o treime mai mult decât Statele Unite – inclusiv automobile, avioane, produse farmaceutice şi bunuri de

lux. În plus, jumătate dintre cei 27 de membri ai săi se numără printre primele 30 de țări din punctul de vedere al calității vieții, măsurată de Indicele Dezvoltării Umane al Organizației Națiunilor Unite.

Şi, cu toate astea, UE asistă în prezent la creşterea gradului de îngrijorare şi nemulțumire. Granițele sale slăbesc, iar Marea Britanie a părăsit deja Uniunea.

În Europa, comentatorii oferă explicații interminabile despre aceste metehne centrifugale: controlul birocratic excesiv exercitat de Bruxelles, reafirmarea suveranității naționale şi alegeri economice şi politice proaste, în special adoptarea unei monede comune, fără o responsabilitate fiscală comună.

Trebuie să mărturisesc că sunt siderat. Fiind născut în timpul ocupației naziste, crescând de partea nepotrivită a Cortinei de Fier, într-o familie al cărei trecut este reprezentativ pentru originile naționale şi lingvistice deseori complicate ale continentului, eu văd în Europa de astăzi – cu toate neajunsurile sale – un produs uluitor, prea bun ca să fie adevărat. Cu siguranță, aceste realizări merită dublarea eforturilor noastre şi compromisurile necesare pentru reunificare.

Din păcate, deceniile de pace şi prosperitate au fost considerate ceva normal, iar lipsurile şi dificultățile (unele inevitabile, altele impardonabile) au fost folosite pentru reaprinderea vechilor prejudecăți şi animozități. Dorința mea pentru Europa: faceți în aşa fel încât să funcționeze. Altfel, eşecul va costa scump.

Brexit: realitățile care contează cel mai mult nu se vor schimba

Care vor fi schimbările reale în Marea Britanie post-Brexit? Desigur, multe s-au schimbat deja în etapa premergătoare evenimentului, iar cele întâmplate pot fi descrise cel mai bine folosind cuvintele cu care limba engleză s-a îmbogățit grație ultimei invazii reuşite a acestor insule: țara a trecut printr-o perioadă derutantă de acuzații, acrimonie, condamnări, deziluzii, falsificări, iluzii, acuzații reciproce şi testare a bunei-cuviințe.

Dar ce se va schimba cu adevărat după cinci sau zece ani pe acest drum în privința factorilor determinanți din viața națiunii? Să începem cu începutul. Cu toții trebuie să mâncăm, iar societățile moderne s-au descurcat extraordinar la capitolul procurării unei varietăți fără precedent de alimente, la un cost general accesibil. Cu toții trebuie să ne alimentăm cu energie clădirile, industriile şi transportul, prin asigurarea unui flux continuu de combustibil şi electricitate. Trebuie să producem – şi să reînnoim – baza materială a societăților noastre prin fabricare, construire şi întreținere. Şi avem nevoie de infrastructuri adecvate (şcoli, sisteme de sănătate şi de îngrijire a vârstnicilor) pentru a educa oamenii şi pentru a-i îngriji când sunt bolnavi sau bătrâni. Orice alte probleme sunt de ordin secundar.

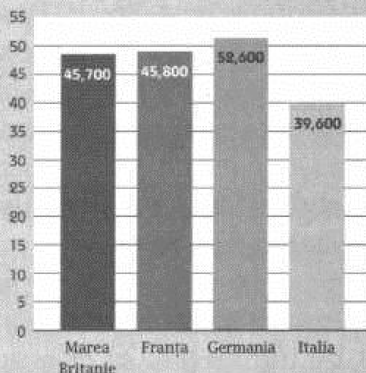
La toate aceste capitole, socotelile sunt clare. În ultimele secole, Marea Britanie nu s-a bazat doar pe producția proprie de alimente, iar dependența sa de importuri s-a dublat, de la aproximativ 20%, la începutul anilor 1980, la 40%, în ultimii ani, iar, pe termen scurt, doar raționalizarea draconică a alimentelor (şi lipsa produselor proaspete în timpul iernii) poate reduce

semnificativ această dependență de importuri. Trei sferturi dintre importurile britanice de alimente provin din UE, dar cultivatorii de legume spanioli şi producătorii danezi de şuncă vor fi în continuare avizi să-şi exporte produsele, atâta vreme cât consumatorii britanici le vor cumpăra şi, prin urmare, nu va exista o cerere care să distrugă taxele sau prețurile.

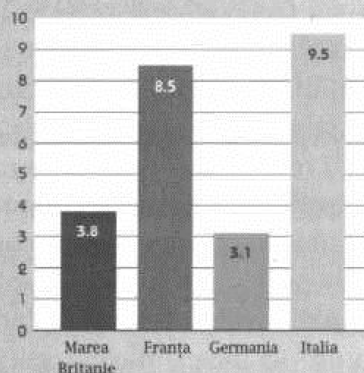
Ultima dată când Marea Britanie a fost exportatoare netă de energie (petrol şi gaze din Marea Nordului) era în 2003, în ultimii ani, țara importând 30 – 40% din energia sa primară – în primul rând, gaze naturale. Din nou, nu vor avea loc schimbări majore în viitorul apropiat, iar piața energetică globală bine aprovizionată va asigura continuitatea prețurilor accesibile ale importurilor.

Marea Britanie se descurcă binișor în prezent... dar îi va merge oare și mai bine?

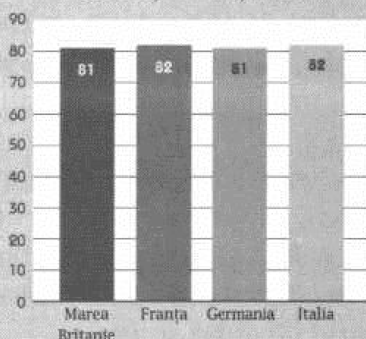
PIB pe cap de locuitor (mii de dolari)



Rata șomajului (%)



Speranța de viață (ani)



Rata fericirii (din 156 de țări)

Marea Britanie **Locul 15**	Franța **Locul 24**
Germania **Locul 17**	Italia **Locul 36**

Marea Britanie – cândva, o țară fără rivali pentru inventatori şi un avanpost al producției moderne pe baze ştiințifice (la urma urmei, este țara care ni i-a dat pe Michael Faraday, Isambard Kingdom Brunei, James Clerk Maxwell şi Charles Algernon Parsons) – a ajuns să fie mai puțin industrializată decât Canada, țara occidentală care, din punct de vedere istoric, stătea cel mai slab la acest capitol. În 2018, producția a reprezentat 9% din PIB-ul britanic, comparativ cu 10% pentru Canada, 11% în cazul SUA, respectiv 19%, 21% şi 27% pentru alte superputeri

industriale, cum sunt Japonia, Germania şi Coreea de Sud... şi 32% pentru Irlanda, a cărei pondere o întrece acum chiar şi pe cea a Chinei, aflată la 29%. Cu toate acestea, din nou, nicio răsturnare politică de peste noapte nu poate da peste cap această tendință istorică.

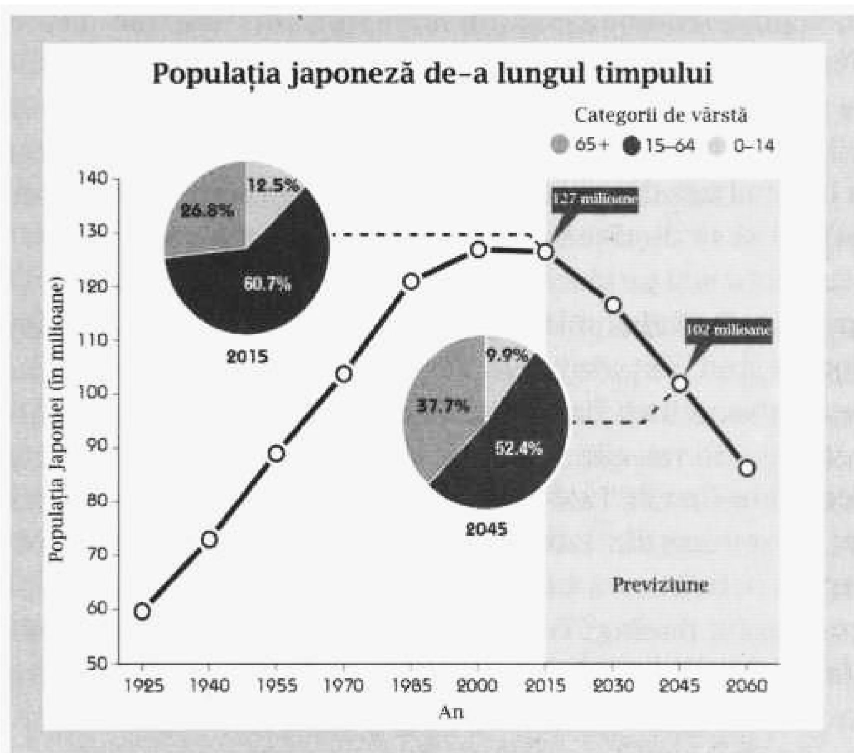
La fel ca în restul Europei, oferta educațională modernă din Marea Britanie a pus accentul pe cantitate în detrimentul calității, sistemul de sănătate funcționează sub numeroase constrângeri, multe dintre ele bine cunoscute (uşor de ilustrat prin şuvoiul de rapoarte care vorbesc despre suprasolicitarea angajaților Serviciului Național de Sănătate şi despre spitalele supraaglomerate), iar îmbătrânirea populației va necesita tot mai multe resurse. Cota națională a dependenței de vârstnici (numărul persoanelor de peste 65 de ani ca pondere din totalul populației între 20 şi 64 de ani active economic), care, în 2020, este încă la 32% – totuşi, puțin mai mare decât cea a Franței sau Germaniei –, va ajunge la 47% până în 2050. Nicio intervenție guvernamentală şi nicio declarație de suveranitate şi de detaşare față de birocrații de la Bruxelles nu vor avea vreun efect asupra acestui proces inexorabil.

Având în vedere aceste realități fundamentale, un observator rațional ar trebui să se întrebe care sunt diferențele tangibile şi beneficiile clare pe care le poate aduce reafirmarea insularității britanice. E simplu să pictezi sloganuri false pe autobuze, e uşor să faci promisiuni extravagante, iar sentimentele de mândrie şi satisfacție pot fi convingătoare pe moment, însă niciuna dintre aceste fapte intangibile nu poate schimba ceea ce a devenit Marea Britanie în ultimul timp: o națiune îmbătrânită; o țară dezindustrializată şi epuizată, al cărei PIB pe cap de locuitor este acum doar cu puțin mai mare decât jumătatea mediei irlandeze (un lucru pe care Swift, Gladstone sau Churchill l-ar găsi de

neconceput); trecut-au anii puternicei ţări, a cărei pretenţie de unicitate se bazează pe numărul prea mare de prinţi zbuciumaţi şi pe exportul de seriale TV de epocă, ce au loc în conace de ţară deteriorate, populate cu prea mulţi servitori.

Motive de îngrijorare cu privire la viitorul Japoniei

Pe 2 septembrie 1945, reprezentanţii guvernului japonez au semnat la bordul navei USS „Missouri”, ancorată în Golful Tokyo, actul de capitulare. Aşa s-a încheiat poate cel mai neîndurător război modern, al cărui rezultat a fost decis de superioritatea tehnică a SUA încă dinainte de a începe. Japonia era depăşită din punct de vedere material chiar şi în momentul în care a atacat Pearl Harbor – în 1940, Statele Unite produceau aproximativ de 10 ori mai mult oţel decât Japonia şi, în timpul războiului, diferenţa s-a accentuat.



Economia japoneză, devastată de război, a depășit vârful antebelic abia în 1953. Dar, până atunci, fusese turnată fundația pentru creşterea spectaculoasă a țării. În scurt timp, gama exporturilor sale foarte căutate a ajuns să varieze de la primele radiouri cu tranzistoare (Sony) la primele nave petroliere gigantice (Sumitomo). Prima Honda Civic a sosit în Statele Unite în 1973 şi, în 1980, maşinile japoneze dețineau deja 30% din cota de piață a SUA. În 1973 – 1974, Japonia, total dependentă de importurile de țiței, a fost puternic afectată de decizia Organizației Țărilor Exportatoare de Petrol (OPEC) de a creşte de cinci ori prețul exporturilor de petrol, dar țara s-a adaptat rapid, căutând să obțină eficiența energetică, iar în 1978 a devenit a doua economie din lume, după SUA. În 1985, yenul era atât de puternic, încât

Statele Unite, simțindu-se vulnerabile în fața importurilor japoneze, au forțat devalorizarea monedei, însă, chiar şi după asta, economia japoneză a crescut: după ianuarie 1985, în următorii cinci ani, indicele Nikkei a crescut de peste trei ori.

Era prea frumos ca să fie adevărat; într-adevăr, succesul reflecta mecanismele unei enorme bule financiare, impulsionate de prețul umflat al acțiunilor şi al imobiliarelor. În ianuarie 2000, la zece ani după atingerea apogeului, indicele Nikkei se afla la jumătate din valoarea sa din 1990 şi abia recent a reuşit să atingă şi să depăşească acest nivel scăzut.

Emblematicii producători de electronice de larg consum, precum Sony, Toshiba şi Hitachi, se străduiesc acum din greu să fie profitabili. Toyota şi Honda, mărci auto globale, recunoscute cândva pentru fiabilitatea lor de neegalat, recheamă acum în service milioane de vehicule. Începând din 2014, airbagurile defecte ale firmei Takata au condus la cea mai mare rechemare în service din istorie pentru o piesă fabricată. În 2013, bateriile nefiabile cu litiu-ion ale GS Yuasa au provocat probleme noului Boeing 787. Dacă adăugăm la aceasta frecventele schimbări guvernamentale, tsunamiul din martie 2011, urmat de catastrofa de la Fukushima, îngrijorările constante cu privire la imprevizibila Coree de Nord şi agravarea relațiilor cu China şi Coreea de Sud, obținem o imagine cu adevărat îngrijorătoare.

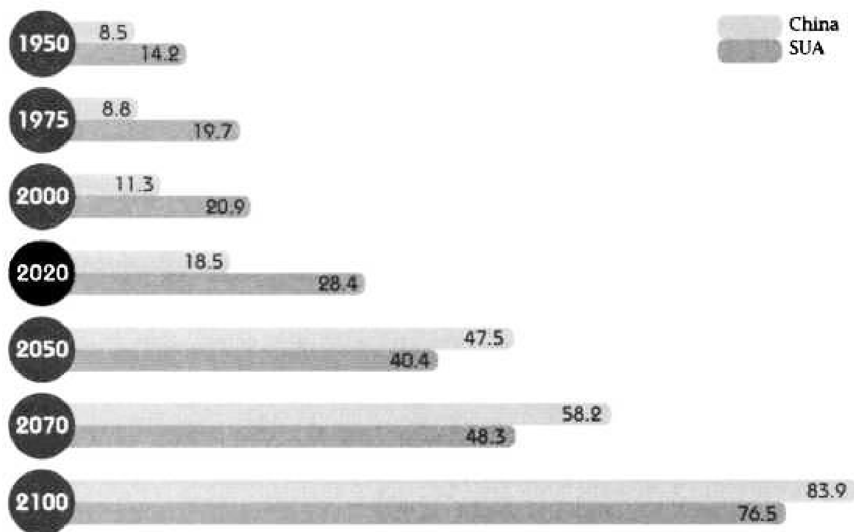
Există o problemă şi mai fundamentală. Pe termen lung, bunăstarea națiunilor este determinată de tendințele populației. Japonia nu doar că este țara cu cea mai rapidă rată a îmbătrânirii dintre economiile importante (deja o persoană din patru are peste 65 de ani şi, până în 2050, acest procent va ajunge la aproape 40%), dar populația sa este, totodată, în scădere. În 2050, numărul de locuitori, care este în prezent de 127 de milioane, va

ajunge la doar 97 de milioane şi previziunile indică o reducere a forței tinere de muncă, necesară în construcții şi sistemul medical. Cine va întreține ampla şi admirabil de eficienta infrastructură de transport japoneză? Cine se va îngriji de milioanele de bătrâni? Până în 2050, persoanele de peste 80 de ani vor depăşi numeric copiii.

Soarta tuturor țărilor majore a urmat traiectorii specifice de creştere şi descreştere, dar poate cea mai mare diferență de traseu s-a înregistrat în privința duratei apogeului lor: unele au cunoscut un platou relativ prelungit, urmat de un declin constant (atât imperiul britanic, cât şi Statele Unite ale secolului XX se potrivesc acestui tipar); altele au avut parte de o ascensiune fulgerătoare până în vârf, urmată de un declin mai mult sau mai puțin rapid. Japonia se încadrează, în mod evident, în ultima categorie. Ascensiunea sa rapidă de după cel de-al Doilea Război Mondial s-a încheiat la sfârşitul anilor 1980 şi de atunci a avut parte doar de declin: pe parcursul unei singure vieți de om, a devenit dintr-o țară în suferință o superputere economică admirată – şi temută –, cunoscând apoi stagnarea şi regresul unei societăți îmbătrânite. Guvernul japonez a încercat să caute o soluție de scăpare, dar reformele radicale nu simt uşoare într-o țară care îşi măsluieşte alegerile, nu este capabilă să accepte chiar şi o rată moderată a imigrației şi încă are de lucru în privința stabilirii unei păci reale cu vecinii săi.

Cât de departe poate ajunge China?

Unele repere sunt anticipate de ani de zile. Câte articole nu s-au scris oare despre momentul în care China va depăşi Statele Unite, devenind cea mai mare economie a lumii până în – alege singur – 2015,2020 sau 2025? Momentul depinde de valoarea folosită. S-a întâmplat deja acest lucru în privința parității puterii de cumpărare (PPC), care compară produsul economic al mai multor țări prin eliminarea distorsiunilor cauzate de fluctuațiile cursurilor de schimb ale monedelor lor naționale. Potrivit Fondului Monetar Internațional (FMI), în 2019, PIB-ul ajustat la PPC al Chinei a fost cu aproximativ 32% mai mare decât totalul SUA.



Dacă folosim însă rata cursului de schimb dintre yuan şi dolarul american, Statele Unite sunt mult mai în față: aceasta era cu aproximativ 50% mai mare în 2019 (21,4 trilioane de dolari

față de 14,1 trilioane de dolari). Dar, în ciuda recentei încetiniri a creșterii PIB-ului chinez – de la două cifre la o rată oficială între 6% și 7% pe an și, în realitate, mai mică –, aceasta este încă mult mai mare decât creșterea Statelor Unite. Prin urmare, este doar o chestiune de timp până când China va deveni numărul 1, chiar și în termeni nominali.

Calea către locul 1 a început în 1978, când țara a adoptat modernizarea economică, lăsând în urmă trei decenii de administrare defectuoasă. Zeci de ani la rând, China a fost cea mai mare producătoare mondială de cereale, cărbune și ciment și, vreme de ani de zile, cel mai mare exportator de bunuri fabricate, în general, și de electronice de consum, în special. Nu este nimic surprinzător în acest sens: populația Chinei este cea mai mare din lume (1,4 miliarde în 2016), iar noua sa economie, modernizată, presupune producții proporțional de mari.

Dar, în termeni relativi, China cu greu poate fi considerată bogată: PPC-ul calculat cu generozitate de Banca Mondială estima PIB-ul pe cap de locuitor, pentru anul 2019, la 19.504 dolari, adică locul 73 în clasamentul mondial, în spatele Muntenegrului și Argentinei și imediat înaintea Republicii Dominicane, Gabon și Barbados, o clasare nicidecum uimitoare. Toată lumea a auzit despre chinezii bogați, care cumpără proprietăți imobiliare în Vancouver și Londra și ceasuri încrustate cu diamante de la Galeriile Lafayette din Paris, dar aceștia reprezintă o minoritate.

PIB-ul și numărul de *nouveaux riches* sunt măsuri înșelătoare ale calității vieții reale din China. Mediul este în continuă degradare. Poluarea aerului în orașele țării este incredibil de mare: conform Organizației Mondiale a Sănătății, nivelul maxim acceptabil de particule cu diametre sub 2,5 nanometri este de 25 de micrograme pe metru cub de aer, dar multe orașe chineze au

depăşit în mod repetat 500 $\mu g/m^3$. Unele au înregistrat chiar şi maxime de peste 1.000. În 2015, Beijingul a raportat, în medie 80 $\mu g/m^3$, comparativ cu o valoare mai mică de 10 pentru New York. Aceste niveluri de poluare extrem de ridicate cresc incidența bolilor respiratorii şi cardiace şi scurtează durata preconizată de viață.

Poluarea apei este, de asemenea, endemică. Aproape jumătate dintre locuitorii zonelor rurale ale Chinei nu beneficiază de o canalizare modernă. Țara are mai puțin teren arabil pe cap de locuitor decât India şi, spre deosebire de mult mai mica Japonie, nu s-ar putea baza niciodată pe scară largă pe importuri. Resursele de petrol şi de gaze naturale ale Chinei sunt inferioare celor ale SUA, importurile recente de țiței reprezentând peste 60% din consumul total, în vreme ce Statele Unite sunt în prezent un importator minor. Şi ar fi bine să nu ne gândim la un dezastru precum cel de la Fukushima, într-o țară în care s-au construit cu rapiditate foarte multe reactoare nucleare noi în provincii de coastă dens populate sau la o altă pandemie declanşată într-una dintre piețele de peşte aglomerate.

În cele din urmă, populația țării trece printr-un proces rapid de îmbătrânire – de aceea, Partidul Comunist a renunțat în 2015 la politica prin care le interzicea cuplurilor să aibă mai mult de un copil – şi, prin urmare, avantajul său demografic este deja în scădere. Raportul dintre persoanele active economic şi cele dependente economic a atins punctul culminant în 2010 şi dinamismul industrial al Chinei va scădea odată cu diminuarea acestui raport.

Am mai asistat odată la acest proces. Să facem comparația dintre Japonia din 1990, a cărei ascensiune părea să sfideze întreaga lume occidentală, şi Japonia anului 2020, după 30 de

ani de stagnare economică (vezi „Motive de îngrijorare cu privire la viitorul Japoniei”, p. 75). Aceasta este probabil cea mai bună imagine pentru contrastul probabil dintre China din 2020 şi cea a anului 2050.

India vs. China

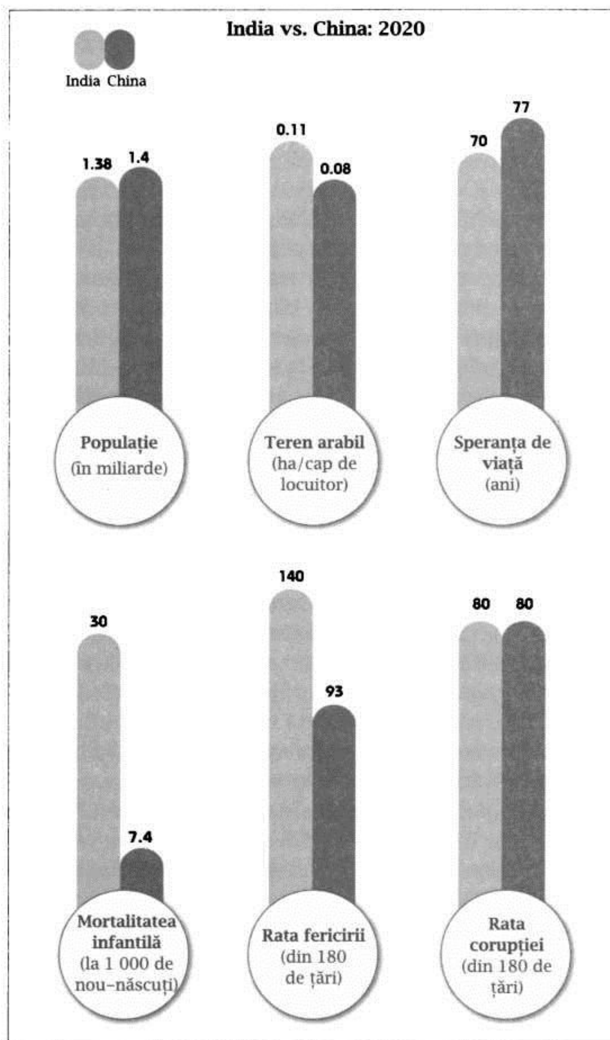
India pe locul 1? Foarte probabil; India va depăşi în curând China în privința celei mai numeroase populații din lume. Întrebarea este dacă va reuşi să conteste şi supremația sa economică.

Cel puțin de la destrămarea Imperiului Roman, dinastiile chineze succesive au guvernat peste mai mulți oameni decât orice alt regim din lume. În 1912, la sfârşitul perioadei imperiale, China avea aproximativ 428 de milioane de locuitori; în 1949, când puterea a fost preluată de comunişti, avea 542 de milioane; în 2000,1,27 miliarde şi, la sfârşitul lui 2019, aproximativ 1,4 miliarde. Încetinirea ratei de creştere este rezultatul direct al politicii de limitare a numărului de copii la unul singur, adoptată în 1979 şi încheiată în 2015 (vezi capitolul precedent). Între timp, populația Indiei a crescut de la 356 de milioane în 1950 la 1,05 miliarde în 2000 şi 1,37 miliarde la sfârşitul anului 2019.

Avantajul Chinei s-a diminuat cu rapiditate şi, dacă previziunile demografice pe termen scurt sunt credibile, atunci e clar că India va depăşi totalul Chinei până, cel târziu, în 2025 (conform celei mai recente prognoze a ONU), poate chiar în 2023.

Între timp, este fascinant să comparăm cele două state uriaşe. Ambele ţări practică avortul selectiv al fetuşilor de sex feminin, creând raporturi anormale ale sexului la naştere. Raportul normal este de 1,06 nou-născuţi de sex masculin fată de cei de sex feminin, dar în India acesta este 1,12, iar în China de 1,15.

Ambele ţări sunt dominate de corupţie: cel mai recent Indice de Percepţie a Corupţiei, de la Transparency Internaţional, plasează India şi China pe locul 80 dintre cele 180 de ţări analizate (Danemarca este cea mai necoruptă ţară, în vreme ce Somalia ocupă ultimul loc). În ambele ţări, inegalitatea economică, măsurată cu ajutorul coeficientului Gini, este foarte ridicată: circa 48 în India şi 51 în China (comparativ cu 25 în Danemarca, 33 în Marea Britanie şi 38 în SUA). Şi, în amândouă ţările, păturile bogate ale populaţiei rivalizează în privinţa consumului ostentativ, colecţionând maşini scumpe şi reşedinţe somptuoase. Mukesh Ambani, preşedintele Reliance Industries Limited, deţine cea mai scumpă reşedinţă privată din lume; Antilia sa, un zgârie-nori cu 27 de etaje finalizat în 2012, are o panoramă perfectă asupra mahalalelor din Mumbai.



Dar există şi diferențe fundamentale. Creşterea economică rapidă începută în 1980 a făcut din China o țară mult mai bogată, cu un PIB nominal (conform estimării FMI pentru 2019) de aproape cinci ori mai mare decât cel al Indiei (14,1 trilioane de

dolari față de 2,9 trilioane de dolari). În 2019, în China, media pe cap de locuitor, măsurată în raport cu paritatea puterii de cumpărare, a fost (conform FMI) de două ori şi ceva mai mare decât cea a Indiei (20.980 de dolari față de 9.030 de dolari).

Pe de altă parte, China este un stat controlat strict de un partid unic şi condus de un birou politic alcătuit din şapte bărbați în vârstă, în vreme ce India continuă pe un drum extrem de imperfect, dar incontestabil de democratic. În 2019, Freedom House a atribuit Indiei 75 de puncte la capitolul indicelui de libertate, comparativ cu numai 11 puncte atribuite Chinei (Marea Britanie a obținut 93 şi Canada 99).

O altă comparație este la fel de grăitoare: printre marile realizări tehnologice ale Chinei se numără utilizarea unei cenzuri feroce a internetului şi extrem de intruzivul sistem de monitorizare, parte a noului şi omniprezentului Sistem de Credite Sociale; una dintre marile contribuții ale Indiei în domeniul tehnologiei avansate o reprezintă liderii corporațiilor tehnice din țară şi din străinătate. Mulți emigranți indieni au ajuns în poziții de conducere în Silicon Valley: Sundar Pichai la Google, Satya Nadella la Microsoft, Shantanu Narayen la Adobe şi Sanjay Jha la Globalfoundries, ca să-i menționăm doar pe cei mai proeminenți.

Va fi fascinant de urmărit în ce măsură India va reuşi să copieze succesul economic al Chinei. Iar China, la rândul său, va trebui să facă față diminuării avantajului demografic: începând din 2012, raportul său de dependență – numărul vârstnicilor activi în câmpul muncii împărțit la cel al persoanelor care sunt prea tinere sau prea bătrâne ca să muncească – a crescut (acum este puțin peste 40%). Întrebarea este dacă țara va îmbătrâni înainte să devină cu adevărat bogată. Ambele țări au probleme ecologice uriaşe şi se confruntă cu provocarea asigurării hranei

necesare populației, însă India are cu aproximativ 50% mai multe terenuri agricole.

O ultimă complicație: ambele puteri nucleare trebuie să semneze obligatoriu un tratat prin care să pună capăt dezacordului teritorial din Himalaya. S-au lovit de această problemă de mai multe ori, cel mai grav în 1962. Situația poate deveni încordată atunci când două puteri în ascensiune își dispută granițele.

Şi totuşi acest conflict nu este cea mai mare provocare imediată a Indiei. Mult mai presante sunt nevoia de reducere în continuare a ratei fertilității (dacă celelalte condiții rămân neschimbate, acest lucru va duce la o creştere a venitului pe cap de locuitor), provocarea menținerii auto suficienței alimentare de bază (o țară de peste 1,4 miliarde este prea mare pentru a se baza pe importuri) şi găsirea unei soluții de îmbunătățire a relațiilor deteriorate dintre hinduşii şi musulmanii din tară.

De ce industria este în continuare importantă

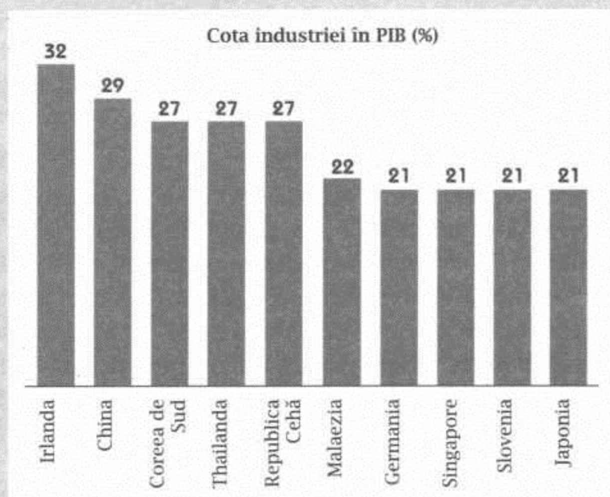
Industria a crescut, dar, pe de altă parte, a scăzut. Între 2000 şi 2017, valoarea mondială a produselor industriale a crescut de mai bine de două ori, de la 6,1 trilioane de dolari la 13,2 trilioane de dolari. Între timp, importanța relativă a producției este în scădere rapidă, reluându-şi tendința descendentă anterioară din agricultură (ce reprezintă în prezent doar 4% din produsul

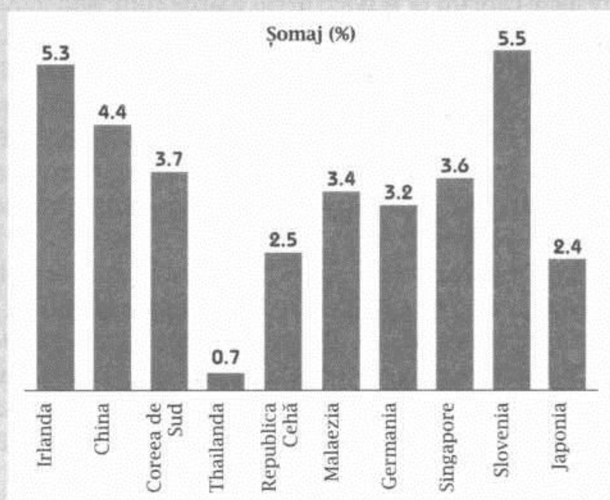
economic mondial). Pe baza statisticilor naționale uniforme ale Națiunilor Unite, contribuția sectorului industrial la produsul economic global a scăzut de la 25%, în 1970, la mai puțin de 16%, în 2017.

Declinul s-a înregistrat pe piața bursieră, care apreciază mai mult firmele care oferă servicii decât marile companii industriale. La sfârşitul anului 2019, Facebook – constantul furnizor de selfie-uri – avea o capitalizare de piață de aproape 575 de miliarde de dolari, de aproape trei ori mai mult decât Toyota, principalul producător mondial de autoturisme. Iar SAP, cel mai mare furnizor de software din Europa, valora cu aproximativ 60% mai mult decât Airbus, cel mai important producător european de avioane.

Cu toate acestea, industria este în continuare importantă pentru sănătatea economiei unei țări, deoarece nici un alt sector nu poate genera, nici pe departe, la fel de multe slujbe bine plătite. Să luăm Facebook, de exemplu, care, la sfârşitul anului 2019, avea aproximativ 43.000 de angajați, spre deosebire de Toyota, cu 370.000 de salariați de-a lungul anului fiscal 2019. Producția contează încă.

Industria creează locuri de muncă: doar două dintre primele 10 țări industriale au înregistrat recent o rată a șomajului mai mare de 5%





Primele patru economii sunt în continuare principalele patru puteri industriale, reprezentând, în 2018, aproximativ 60% din

producția industrială mondială. China se află în fruntea listei, cu o pondere de aproape 30%, urmată de Statele Unite (circa 17%), Japonia şi Germania. Dar importanța relativă a industriei diferă de la economia unei țări la alta. În 2018, sectorul producției chineze a contribuit cu peste 29% din PIB – în acelaşi an, cota industriei a atins aproximativ 21% în Japonia şi Germania şi doar 12% în Statele Unite.

Dacă e să clasificăm țările după valoarea industrială pe cap de locuitor, atunci Germania, cu aproximativ 10.200 de dolari în 2018, trece în fruntea celor mai importante patru țări, urmată de Japonia, cu aproximativ 7.900 de dolari, Statele Unite, cu aproximativ 6.800 de dolari şi China, cu doar 2.900 de dolari. Dar liderul global este în prezent Irlanda, țara care, până la aderarea la UE (pe atunci cunoscută sub numele de CEE), în 1973, avea un sector industrial nesemnificativ. Impozitul scăzut perceput corporațiilor (12,5%) a atras zeci de multinaționale, care produc acum 90% dintre bunurile de export ale țării, iar valoarea industrială pe cap de locuitor a trecut de 25.000 de dolari pe an, depăşind Elveția, cu 15.000 de dolari. Când ne gândim la fabricile elvețiene, ne vin în minte Novartis şi Roche (producători farmaceutici) sau Swatch Group (firmă producătoare de ceasuri, inclusiv Longines, Omega, Tissot şi alte mărci celebre). Când ne gândim la fabricile irlandeze, ne vin în minte Apple, Johnson & Johnson sau Pfizer – toate străine.

Printre țările în care produsele industriale reprezintă mai mult de 90% din totalul comerțului de mărfuri nu se numără doar China şi Irlanda, ci şi Bangladesh, Republica Cehă, Israel sau Coreea de Sud. Germania are o pondere de aproape 90%; cota SUA este sub 70%.

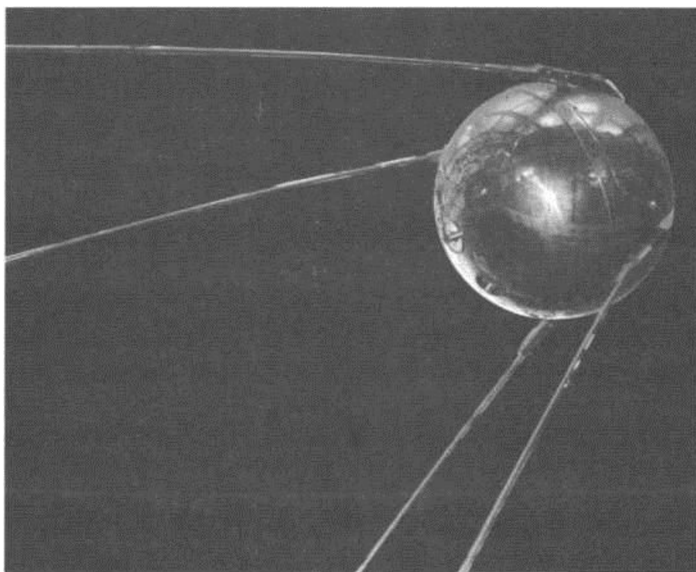
Bilanțul net al comerțului internațional cu bunuri industriale este, de asemenea, relevant, deoarece dezvăluie două lucruri: măsura în care o națiune își poate satisface propria nevoie de produse și cererea pentru produsele sale în străinătate. După cum era de așteptat, Elveția, Germania și Coreea de Sud înregistrează mari surplusuri, în timp ce Statele Unite au atins în 2018 un nou record în privința deficitului comercial de mărfuri, ajungând la 891 de miliarde de dolari sau aproximativ 2.700 de dolari pe cap de locuitor – prețul plătit pentru importul din Asia al produselor electronice, hainelor, încălțămintei, mobilierului și dispozitivelor de bucătărie.

Dar, până în 1982, Statele Unite s-au bucurat, generații la rând, de surplusuri comerciale, iar China a înregistrat până în 1989 un deficit cronic. Care sunt șansele ca SUA să-și remedieze dezechilibrul comercial masiv în raport cu China sau ca India să copieze succesul producției chineze?

Rusia și SUA: cum unele lucruri nu se schimbă niciodată

Tensiunile dintre Rusia și SUA care s-au accentuat pe parcursul celui de-al doilea deceniu al secolului XXI sunt doar ultima manifestare a îndelungatei rivalități dintre cele două superputeri. În august 2019, Statele Unite s-au retras din Tratatul cu Rusia referitor la Armele Nucleare cu Rază Medie de Acțiune; ambele părți dezvoltă acum noi rachete, iar cele două

țări s-au confruntat în privința viitorului fostei republici sovietice Ucraina.



Sputnik

Privind retrospectiv, este clar că unul dintre momentele decisive ale confruntării lor de decenii a avut loc vineri, 4 octombrie 1957, când Uniunea Sovietică a lansat Sputnik 1, primul satelit artificial. Din punct de vedere tehnic, era o realizare modestă: o sferă de 58 de centimetri în diametru, cântărind aproape 84 de kilograme, din care ieşeau patru antene ca nişte tije. Deşi cele trei baterii de argint-zinc reprezentau aproximativ 60% din masa totală, ele generau doar 1 watt, destul cât să emită bipuri stridente pe lungimile de undă de 20.007 şi 40.002 megahertzi timp de trei săptămâni. Satelitul a ocolit planeta de 1.440 de ori înainte să se prăbuşească în flăcări, pe 4 ianuarie 1958.

Sputnik n-ar fi trebuit să fie o surpriză. Atât sovieticii, cât şi Statele Unite îşi dezvăluiseră intenția de a lansa sateliți pe orbită pe parcursul Anului Internațional al Geofizicii (1957 – 1958), iar sovieticii au publicat chiar şi câteva detalii tehnice înaintea lansării. Însă publicul nu a perceput aşa mica sferă sonoră de la sfârşitul anului 1957.

Lumea occidentală a reacționat cu uimire, iar Statele Unite cu jenă. Iar jena a crescut în decembrie, când racheta Vanguard TV3, a cărei lansare în pripă era menită să contracareze efectul Sputnik, a explodat pe platforma de lansare de la Cape Canaveral, la doar două secunde după decolare. Membrii delegației sovietice la Națiunile Unite i-au întrebat pe omologii americani dacă doresc să primească asistență tehnică în cadrul programului sovietic dedicat țărilor nedezvoltate.

Această umilință publică a crescut numărul solicitărilor de accelerare a programului spațial al țării, de anulare a decalajului tehnic perceput şi de stimulare a educației în domeniile matematicii şi ştiinței. Şocul perceput de sistemul şcolar american a fost probabil cel mai mare din istoria țării.

Toate acestea au avut o mare semnificație în viața mea. În octombrie 1957, eram adolescent în Cehoslovacia şi, în fiecare zi, când mergeam la şcoală, mă uitam către inaccesibila Germanie de Vest, aflată în spatele sârmei ghimpate şi al câmpurilor minate. Ar fi putut la fel de bine să se afle pe o altă planetă. Premierul sovietic Nikita Hruşciov tocmai declarase Occidentului: „Vă vom îngropa”; iar laudele sale cu privire la supremația comunistă în domeniile ştiinței şi ingineriei erau consolidate de reacțiile aproape panicate ale Statelor Unite. Această ultimă dovadă a puterii sovietice ne-a determinat pe mulți dintre noi să ne temem că aceasta nu va lua sfârşit la timp pentru generația noastră.

Dar s-a dovedit că nu a existat niciodată un decalaj ştiinţific sau ingineresc real: Statele Unite şi-au câştigat rapid întâietatea, lansând sateliţi pentru comunicaţii, prognoze meteorologice şi spionaj. La mai puţin de doisprezece ani după surpriza Sputnik, Neil Armstrong şi Buzz Aldrin păşeau pe Lună, un loc în care niciun cosmonaut sovietic nu avea să ajungă vreodată.

Iar la 11 ani după Sputnik, imperiul sovietic şi-a manifestat slăbiciunea – chiar dacă temporar – în timpul primăverii de la Praga, când Cehoslovacia a încercat să adopte o formă mai liberală de regim (în continuare comunist). Ca urmare, chiar şi cehii care nu erau membri ai Partidului Comunist au obţinut paşapoarte de călătorie în Vest. Astfel, în august 1969, eu şi soţia mea am aterizat la New York, cu doar câteva săptămâni înainte ca graniţele să fie închise pentru încă două decenii.

În 1975, la scurt timp după ce ne-am mutat din Statele Unite în Canada, prima expoziţie majoră organizată în cadrul recent finalizatului Winnipeg Convenţion Center prezenta programul spaţial sovietic. Deasupra holului principal era atârnată de nişte fire o machetă Sputnik la scară naturală. În timp ce urcam pe scările rulante şi priveam acea sferă strălucitoare, am simţit că mă întorc pe data de 4 octombrie 1957, când bipuitul satelitului nu semnala gloria ingineriei şi ştiinţei, ci teama că puterea sovietică va continua pentru tot restul vieţii mele.

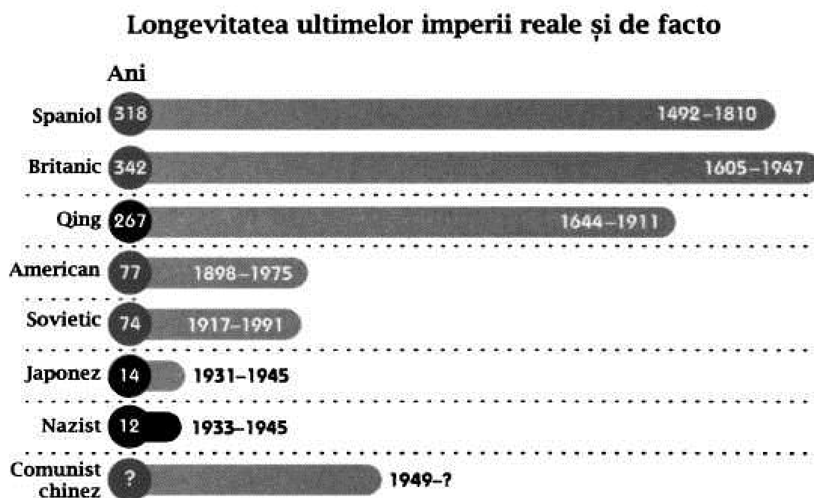
Până la urmă, am reuşit să scăpăm, însă, după cum spun francezii, *plus ça change, plus c'est la même chose".*[7]

[7] „Cu cât se schimbă mai mult, cu atât rămâne la fel". *(n. Tr.)*

Imperii în declin:

nimic nou sub soare

Menținerea unui imperiu, fie el real (cu împărat sau împărăteasă) sau unul de facto (definit de puterea economică şi militară şi susținut de imaginea de forță şi de schimbarea alianțelor), nu a fost niciodată uşoară. Este greu să comparăm longevitatea imperiilor, din cauza gradelor diferite de centralizare şi a exercitării efective a controlului teritorial, politic şi economic. Dar un lucru iese în evidență: în ciuda capacităților militare, tehnice şi economice în creştere ale națiunilor importante, menținerea unor imperii mari pentru perioade lungi de timp a devenit tot mai dificilă.



În 2011, Samuel Arbesman, care lucra la Institutul pentru Ştiințe Sociale Cantitative al Universității Harvard, a analizat durata de viață a 41 de imperii antice dintre anii 3000 î. Hr. şi

600 d. Hr. şi a descoperit că acestea au rezistat, în medie, timp de 220 de ani, însă distribuția duratei de viață imperiale era extrem de neregulată, imperiile care au supraviețuit cel puțin 200 de ani fiind de aproximativ şase ori mai des întâlnite decât cele care au rezistat vreme de opt secole. În plus, cele mai durabile trei imperii – Elamul Mesopotamian, care a supraviețuit vreme de zece secole, şi Regatul Vechi şi cel Nou al Egiptului, care a rezistat fiecare câte cinci sute de ani – au ajuns la maturitate înainte de anul 1000 î. Hr. (Elamul, în preajma anului 1600 î. Hr., iar regatele egiptene, în jur de 2800, respectiv 1500 î. Hr.).

După anul 600 d. Hr., nu am dus lipsă de imperii, dar, la o analiză mai atentă, observăm că nu s-au înregistrat progrese în privința longevității. Desigur, China a continuat să aibă o formă de guvernământ imperial până în 1911, dar aceasta a cuprins o duzină de dinastii diferite – inclusiv cele întemeiate de invadatorii străini, dinastia mongolă Yuan (1279 – 1368) şi Manchu Qing (1644 – 1911) – care au exercitat diferite grade de control asupra reducerii şi extinderii teritoriilor, având adesea pretenții nejustificate asupra regiunilor nordice şi vestice din afara nucleului Han.

Cronologia imperiului spaniol şi a celui britanic sunt extrem de discutabile. Dacă luăm în considerare că anul 1492 marchează începutul imperiului spaniol şi 1810 este anul sfârşitului său de facto, obținem o supremație a Madridului (sau, după 1584, a El Excorialului) puțin mai mare de trei secole. Pentru calcularea începutului imperiului britanic ar trebui oare să luăm în considerare anul 1497 (al expediției lui John Cabot în America de Nord) sau 1604 (al Tratatului de la Londra, care pune capăt războiului anglo-spaniol)? Iar pentru sfârşitul acestuia (lăsând deoparte posesiunile minuscule de peste oceane, cum ar fi Anguilla sau Insulele Turks şi Caicos) ar trebui să ne gândim la

anul 1947 (pierderea Indiei) sau 1960 (când Nigeria, cea mai populată țară africană, devine independentă)? Dacă este să luăm în calcul ultima dată, obținem un interval de 356 de ani.

Şi niciun imperiu nu a reuşit să supraviețuiască pe întreaga durată a secolului XX. Ultima dinastie chineză, Qing, s-a stins în 1911, după 267 de ani de domnie, iar noul imperiu comunist a fost întemeiat abia în 1949. Imperiul sovietic, succesorul Romanovilor, a redobândit în cele din urmă controlul asupra majorității teritoriilor conduse anterior de țari (Finlanda şi mare parte din Polonia fiind excepțiile majore), iar după cel de-al Doilea Război Mondial şi-a extins controlul asupra țărilor din estul şi centrul Europei, odată cu lăsarea Cortinei de Fier, de la Marea Baltică până la Marea Neagră.

În anii Războiului Rece, imperiul transmitea o imagine de forță în ochii organizatorilor NATO şi ai politicienilor de la Washington, însă din interior (am trăit acolo până la 26 de ani) părea mai puțin formidabil. Chiar şi aşa, a fost o surpriză când, în cele din urmă, s-a destrămat atât de uşor; a rezistat din prima săptămână a lunii noiembrie 1917 până în ultima săptămână a lunii decembrie 1991 – 74 de ani şi o lună, cât este speranța medie de viață a bărbaților europeni.

Agresiunile japoneze şi germane au durat, din fericire, şi mai puțin. Trupele japoneze au invadat Manciuria în septembrie 1931; începând din 1937, armata a ocupat mai multe provincii din estul Chinei; din 1940, a preluat controlul asupra Vietnamului, Cambodgiei, Thailandei, Birmaniei şi aproape a întregului teritoriu indonezian de astăzi; iar în iunie 1942 a ocupat Attu (cea mai vestică insulă a arhipelagului Aleutian din Alaska) şi insula Kiska, la aproximativ 300 de kilometri spre vest. Aceste două avanposturi apusene au fost recuperate abia 13 luni mai târziu,

iar capitularea Japoniei a fost semnată la 2 septembrie 1945; expansiunea imperială a durat astfel aproape 14 ani. Între timp, al Treilea Reich al Germaniei, care trebuia să dureze o mie de ani, a dispărut la 12 ani şi 3 luni după ce Adolf Hitler a devenit *Reichskanzler,* pe 30 ianuarie 1933.

Dar „imperiul” american? Chiar dacă ar fi să marcăm începutul său în 1898 (odată cu războiul hispano-american şi cucerirea Filipinelor, Puerto Rico-ului şi Guamului), avem oare motive să credem în continuitatea puterii sale? Al Doilea Război Mondial a fost ultimul conflict major, încheiat cu o victorie decisivă a SUA; celelalte (războiul coreean, războiul din Vietnam, războiul din Afghanistan, războiul din Irak) au fost un amalgam greu de clasificat (şi costisitor) de înfrângeri şi hărţuiri reciproce. Nici măcar scurtul război din Golf, din 1990 – 1991, nu s-a încheiat cu o victorie clară şi a condus (12 ani mai târziu) la invazia şi anii sângeroşi de blocaj din Irak (2003 – 2011). În acelaşi timp, ponderea naţională în cadrul producţiei economice mondiale a înregistrat un declin constant după apogeul nefiresc din 1945 (când toate celelalte economii majore erau fie devastate, fie epuizate de război) şi mult prea puţine ţări din presupusa orbită imperială americană s-au arătat dispuse să îi aprobe şi să îi urmeze. În mod clar, nu avem de-a face cu un „imperiu” a cărui durată să poată fi determinată cu precizie.

Cine ar trebui să acorde cea mai mare atenţie acestor lecţii despre declinul imperiilor? Evident, Partidul Comunist Chinez, care încearcă să suprime Tibetul şi regiunea Xinjiang printr-o politică ce nu şi-a atras prieteni reali de-a lungul vastelor frontiere ale ţării, manifestând pretenţii teritoriale ce se întind până în Marea Chinei de Sud şi a cărui decizie de a investi masiv (în stilul Drumului Mătăsii) în ţările sărace din Asia şi Africa urmăreşte cumpărarea pe termen lung a influenţei politice.

Partidul a sărbătorit, în octombrie 2019, 70 de ani de la instituirea ultimei forme imperiale de guvernământ, însă, ținând cont de istoria longevității imperiale moderne, care sunt șansele să reziste încă 70 de ani de acum înainte?

Mașinării, proiecte, dispozitive. Invențiile care definesc lumea modernă

Cum au creat anii 1880

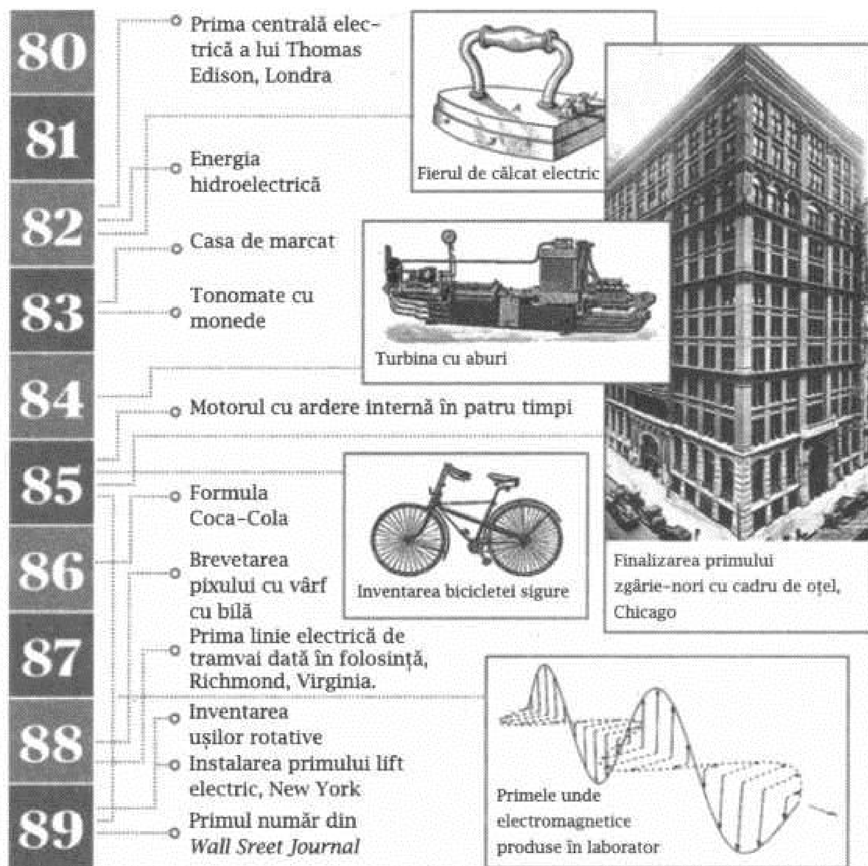
lumea modernă

Conform adepților lumii electronice, sfârșitul secolului XX și cele două decenii de început ale secolului XXI au adus un număr fără precedent de invenții importante. Dar aceasta este o neînțelegere categorică, întrucât progresele de ultimă oră sunt niște variații ale unor descoperiri fundamentale mai vechi: microprocesoarele (vezi „Inventarea circuitelor integrate”, p. 120) și exploatarea undelor radio, parte a spectrului electromagnetic. Microcipuri mai puternice și mai specializate fac acum să funcționeze totul, de la roboții industriali și piloții automați ai avioanelor de linie până la aragaze și camere digitale, iar cele mai populare mărci din lume specializate în comunicațiile mobile folosesc undele radio de înaltă frecvență.

De fapt, poate cea mai inventivă perioadă din istoria omenirii a fost anii 1880. Au existat oare alte două seturi de invenții

elementare şi descoperiri epocale care să fi modelat mai mult lumea modernă decât electricitatea şi motoarele cu ardere internă?

Doar electricitatea, fără microcipuri, este suficientă pentru a crea o lume sofisticată şi bogată (am avut una în anii 1960). Pe de altă parte, lumea electronică guvernată de microcipuri este complet subordonată unei surse de energie electrică, al cărei concept fundamental depinde de sistemele de producere a energiei termice şi hidroenergetice, ambele ajunse pe piața comercială în 1882 şi furnizând în continuare peste 80% din energia electrică a lumii. Şi ne dorim ca energia să fie la dispoziția noastră în cel puțin 99,9999% din timp, ca să poată servi ca bază pentru tot ce este electronic.



Miraculoşii ani 1880

Trebuie să adăugăm la acestea realizările lui Benz, Maybach şi Daimler, al căror succes cu motoarele alimentate cu benzină l-a inspirat pe Rudolf Diesel să vină, doar un deceniu mai târziu, cu o alternativă şi mai eficientă (vezi „De ce n-ar trebui deocamdată să spunem adio motoarelor diesel”, p. 110). Până la sfârşitul secolului al XIX-lea au fost finalizate proiectele conceptuale ale celor mai eficiente motoare cu ardere internă: turbinele cu gaz. Şi tot în anii 1880 experimentele lui Heinrich Hertz au dovedit

existența undelor electromagnetice (produse prin oscilația câmpurilor electrice şi magnetice), ale căror lungimi variază de la cele foarte scurte ale radiației cosmice până la razele X, ultraviolete, cele vizibile cu ochiul liber, unde infraroşii, microunde sau radio. Existența lor fusese prezisă de James Clerk Maxwell cu zeci de ani înainte, dar Hertz a fost cel care a deschis drumul aplicațiilor practice pentru o lume fără fire.

Dar anii 1880 s-au inoculat în existența noastră şi în alte moduri, mai subtile. În urmă cu peste un deceniu, în *Creating the Twentieth Century (Crearea secolului XX),* am urmărit mai multe procese cotidiene americane prin intermediul artefactelor şi acțiunilor datorate acestui deceniu miraculos. O femeie se trezeşte astăzi într-un oraş american şi îşi pregăteşte o ceaşcă de cafea Maxwell House (lansată în 1886). Se gândeşte să mănânce clătitele ei preferate, Aunt Jemima (comercializate din 1889), dar alege pachetul de ovăz Quaker (disponibil din 1884). Îşi calcă bluza cu un fier electric (brevetat în 1882), foloseşte antiperspirant (disponibil din 1888), dar nu-şi poate pregăti pachetul de prânz pentru că a rămas fără pungi de hârtie maro (comercializarea rezistentei hârtii kraft a început în anii 1880).

Face naveta cu ajutorul sistemului de cale ferată uşoară (urmaşul direct al tramvaielor electrice, care au început să deservească oraşele americane din anii 1880), este cât pe ce să fie doborâtă de o bicicletă (a cărei versiune modernă – cu roți egale şi transmisie pe lanț – a fost o altă creație a anilor 1880, vezi „Motoarele sunt mai vechi decât bicicletele!”, p. 172), apoi trece printr-o uşă rotativă (folosită pentru prima dată în 1888, într-o clădire din Philadelphia) şi intră într-un zgârie-nori construit pe cadre de oțel (primul a fost finalizat în 1885, la Chicago). Se opreşte la un chioşc de ziare de la primul etaj, cumpără un exemplar din *Wall Street Journal* (publicat din 1889) de la o

persoană care înregistrează tranzacția într-o casă de marcat (brevetată în 1883). Urcă apoi cu liftul (primul ascensor electric a fost instalat într-o clădire din New York în 1889) până la etajul 10, se opreşte la un automat (introdus, în forma sa modernă, în 1883) şi cumpără o cutie de Coca-Cola (a cărei formulă a fost inventată în 1886). Înainte de a începe serviciul, îşi notează câteva lucruri de ținut minte cu ajutorul unui pix cu cap de bilă (brevetat în 1888).

Anii 1880 au fost miraculoşi; au adus foarte multe contribuții diverse, printre care antiperspirantul, iluminatul ieftin, ascensoarele sigure sau teoria electromagnetismului, deşi majoritatea oamenilor care îşi irosesc timpul cu tweet-urile efemere şi bârfele de pe Facebook nici nu bănuiesc adevăratele proporții ale acestei datorii cotidiene.

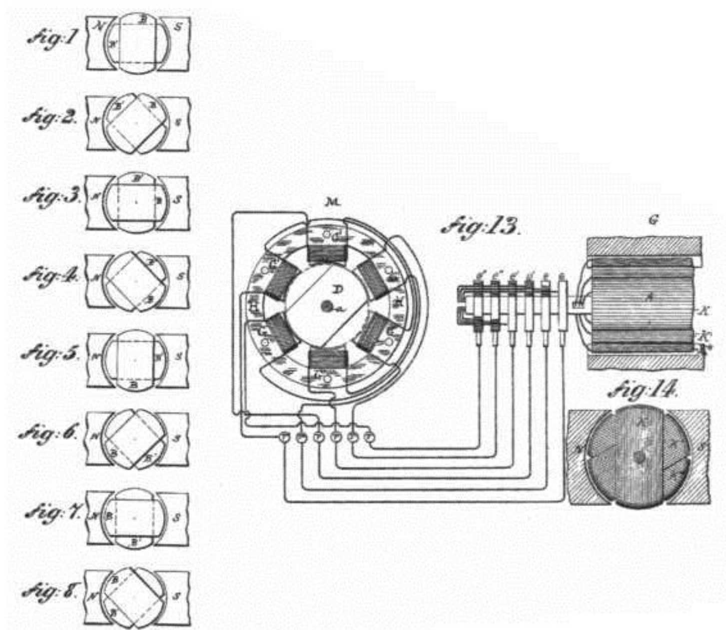
Cum au alimentat motoarele electrice civilizația modernă

Dispozitivele electrice au avansat cu paşi mari în anii 1880 – deceniul primelor centrale electrice, al becurilor durabile şi al transformatoarelor –, dar, în majoritatea timpului, progresul motoarelor electrice a întârziat.

Elementarele motoare cu curent continuu (CC) datează din anii 1830, când Thomas Davenport din Vermont a brevetat primul motor american şi l-a folosit pentru alimentarea unei tipografii şi când Moritz von Jacobi din Sankt Petersburg a utilizat motoarele

pentru a pune în mişcare o mică ambarcaţiune pe râul Neva. Dar aceste dispozitive alimentate cu baterii nu puteau concura cu puterea aburului. A trecut mai bine de un sfert de secol până ce Thomas Edison a reuşit să producă pe scară comercială un model de stilou electric folosit la multiplicarea documentelor de birou; şi acesta era alimentat tot cu un motor pe bază de CC. După 1882, pe măsură ce generarea comercială de energie electrică s-a răspândit tot mai mult, motoarele electrice au devenit ceva obişnuit şi, în 1887, producătorii americani vindeau aproximativ 10.000 de unităţi pe an, unele dintre ele alimentând primele ascensoare electrice din lume. Cu toate acestea, toate funcţionau pe bază de CC.

Soarta a vrut ca fostul angajat al lui Edison, Nikola Tesla, originar din Serbia, să-şi întemeieze propria companie şi să dezvolte primul motor care funcţiona pe bază de curent alternativ (CA). Obiectivele urmărite erau economia, durabilitatea, uşurinţa operării şi siguranţa. Dar Tesla nu a fost primul care a făcut publică descoperirea: în martie 1888, inginerul italian Galileo Ferraris a susţinut o conferinţă despre motoarele cu curent alternativ la Academia Regală de Ştiinţe din Torino şi şi-a publicat concluziile o lună mai târziu. Acest lucru se petrecea cu o lună înaintea conferinţei cu acelaşi subiect susţinută de Tesla la Institutul American al Inginerilor Electronişti. Totuşi, Tesla a fost cel care, graţie generoasei finanţări a investitorilor americani, a proiectat nu numai motoarele cu inducţie pe bază de CA, ci şi transformatoarele şi sistemul de distribuţie cu CA necesare. Cele două brevete fundamentale pentru motorul său polifazic au fost obţinute în 1888. Până în 1891, a dobândit alte treizeci şi ceva de brevete.

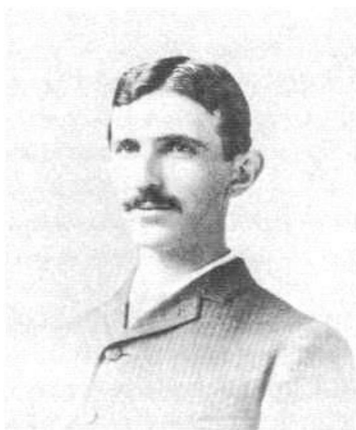


Ilustrațiile anexate brevetului american al lui Tesla pentru motorul electric pe bază de CA

Într-un motor polifazic, fiecare pol electromagnetic din stator (carcasa staționară) are multiple bobine, fiecare dintre ele transportând curenți alternativi egali ca frecvență şi amplitudine, dar care diferă între ei ca fază (într-un motor trifazic, diferă într-o treime din timp).

În iulie 1888, George Westinghouse a achiziționat brevetele lui Tesla pentru CA. Un an mai târziu, Westinghouse Co. A început comercializarea primului microaparat electric din lume: un ventilator alimentat de un motor pe bază de CA, de 125 de wați. Primul brevet al lui Tesla a fost pentru un motor bifazic; gospodăriile moderne folosesc acum cu precădere motoare electrice mici, monofazice, pe bază de CA, iar motoarele trifazice, mai eficiente, sunt frecvent utilizate pentru aplicațiile industriale.

Mikhail Osipovich Dolivo-Dobrovolsky, un inginer rus care a lucrat ca electrician-şef pentru firma AEG din Germania, a construit primul motor cu inducție trifazică în 1889.



Nikola Tesla în tinerețe

În zilele noastre, se vând anual aproximativ 12 miliarde de motoare mici, neindustriale, dintre care circa 2 miliarde sunt dispozitive cu CC de dimensiuni reduse (de până la 4 milimetri în diametru), folosite pentru alarmele cu vibrații ale telefoanelor mobile şi ale căror cerințe de putere însumează doar o mică fracțiune dintr-un watt. La celălalt capăt al spectrului se află motoarele între 6,5 şi 12,2 megawați, care alimentează trenurile franceze de mare viteză (TGV), pe când cele mai mari motoare staționare utilizate pentru compresoare puternice, ventilatoare şi transportoare au capacități de peste 60 de megawați. Această combinație de ubicuitate şi intervale de putere demonstrează clar că motoarele electrice sunt, pe bună dreptate, nişte furnizori indispensabili de energie pentru civilizația modernă.

Transformatoarele –

dispozitivele pasive, tăcute şi necunoscute

Mi-au displăcut dintotdeauna afirmaţiile exagerate despre iminentele descoperiri revoluţionare ştiinţifice şi tehnice, cum ar fi fuziunea necostisitoare, călătoriile supersonice ieftine şi terraformarea altor planete. În schimb, îmi plac dispozitivele simple, care fac mare parte din munca fundamentală a civilizaţiei moderne, în special cele care reuşesc asta cu modestie sau chiar în mod invizibil.

Niciun dispozitiv nu se potriveşte mai bine acestei descrieri ca un transformator. E posibil ca persoanele care nu sunt ingineri să ştie de existenţa acestor dispozitive, dar să nu aibă nicio idee despre modul cum funcţionează şi cât de indispensabile simt pentru viaţa de zi cu zi.

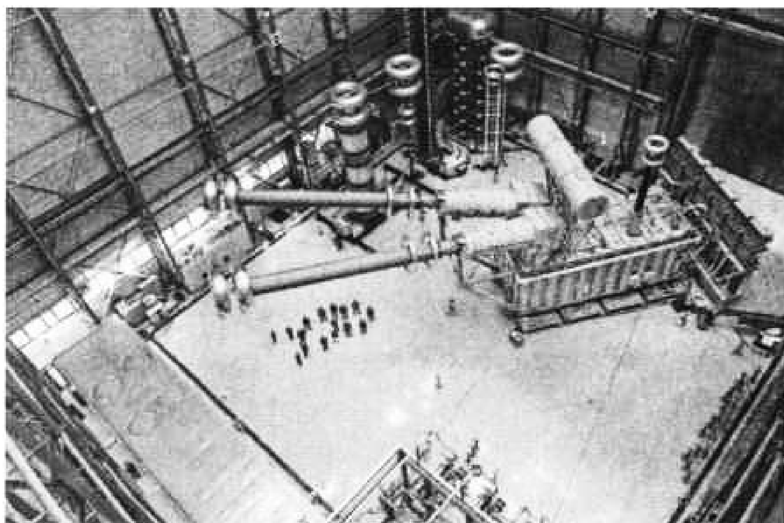
Bazele teoretice au fost puse la începutul anilor 1830, odată cu descoperirea, în mod independent, a electromagnetismului de către Michael Faraday şi Joseph Henry. Aceştia au demonstrat că un câmp magnetic în schimbare poate induce un curent cu o tensiune mai ridicată (cunoscut sub numele de „intensificare”) sau una inferioară („descreştere”). Dar a trecut încă o jumătate de secol până ce Lucien Gaulard, John Dixon Gibbs, Charles Brush şi Sebastian Ziani de Ferranti au reuşit să proiecteze primele prototipuri utile de transformatoare. Apoi, un trio de ingineri maghiari – Otto Blăthy, Miksa Déri şi Kâroly Zipernowsky – au îmbunătăţit designul prin construirea unui transformator toroidal (în formă de gogoaşă), pe care l-au expus în 1885.

În anul imediat următor, proiectul a fost îmbunătățit de o echipă de trei ingineri americani, William Stanley, Albert Schmid şi Oliver B. Shallenberger, care lucrau pentru George Westinghouse.

Dispozitivul a adoptat în scurtă vreme forma transformatorului clasic Stanley, care a rămas de atunci neschimbată: un nucleu metalic central, alcătuit din laminați subțiri de silicat de fier, o parte în formă de „E” şi cealaltă în formă de „I”, pentru a uşura aşezarea la locul lor a bobinelor de cupru.

În discursul său din 1912 adresat Institutului American al Inginerilor Electronişti, Stanley s-a arătat mirat pe bună dreptate de modul în care dispozitivul oferă „o soluție atât de completă şi de simplă pentru o problemă dificilă. Acesta face de ruşine toate tentativele mecanice reglementate. Manevrează cu mare uşurință, siguranță şi economie cantitățile imense de energie care îi sunt administrate sau preluate de la el. Este foarte fiabil, puternic şi sigur. În acest amestec de fier şi cupru, forțe extraordinare sunt atât de frumos echilibrate încât trec aproape neobservate”.

Cea mai mare realizare a acestui dispozitiv durabil face posibilă furnizarea de energie electrică pe distanțe mari. În 2018, Siemens a livrat primul dintre cele şapte transformatoare de 1.100 de kilovolți care vor asigura alimentarea cu electricitate a mai multor provincii chineze, conectate pe o distanță de aproape 3.300 de kilometri la o linie CA de înaltă tensiune.



Cel mai mare transformator din lume:
Siemens, construit pentru China

Numărul total al transformatoarelor a depăşit cu mult cele mai optimiste speranțe ale lui Stanley, grație avântului cunoscut de dispozitivele electronice portabile, care necesită încărcare. În 2016, doar producția globală de telefoane inteligente a depăşit 1,8 miliarde de unități, fiecare dintre ele fiind însoțit de un încărcător care conține un mic transformator. Nu trebuie să dezasamblezi încărcătorul telefonului ca să vezi cum arată inima acestui mărunt dispozitiv: găseşti pe internet schema completă a încărcătorului de iphone, în cadrul căruia transformatorul este componenta cea mai voluminoasă.

Multe încărcătoare conțin însă transformatoare de dimensiuni şi mai mici. Acestea nu simt dispozitive Stanley (adică nu au bobine de sârmă) şi utilizează efectul piezoelectric, capacitatea unui cristal tensionat de a produce curent şi a curentului de a tensiona sau deforma un cristal. Undele sonore care acționează asupra unui astfel de cristal pot produce curent, iar curentul care

străbate cristalul poate produce sunete. Astfel, curentul poate fi utilizat pentru a crea alt curent, cu o tensiune foarte diferită.

Iar cea mai recentă inovație sunt transformatoarele electronice. Acestea au un volum şi o masă mult mai reduse prin comparație cu unitățile tradiționale şi se vor dovedi extrem de importante pentru integrarea în rețea a surselor alternative de electricitate – eoliană şi solară – şi pentru activarea microrețelelor electrice CC.

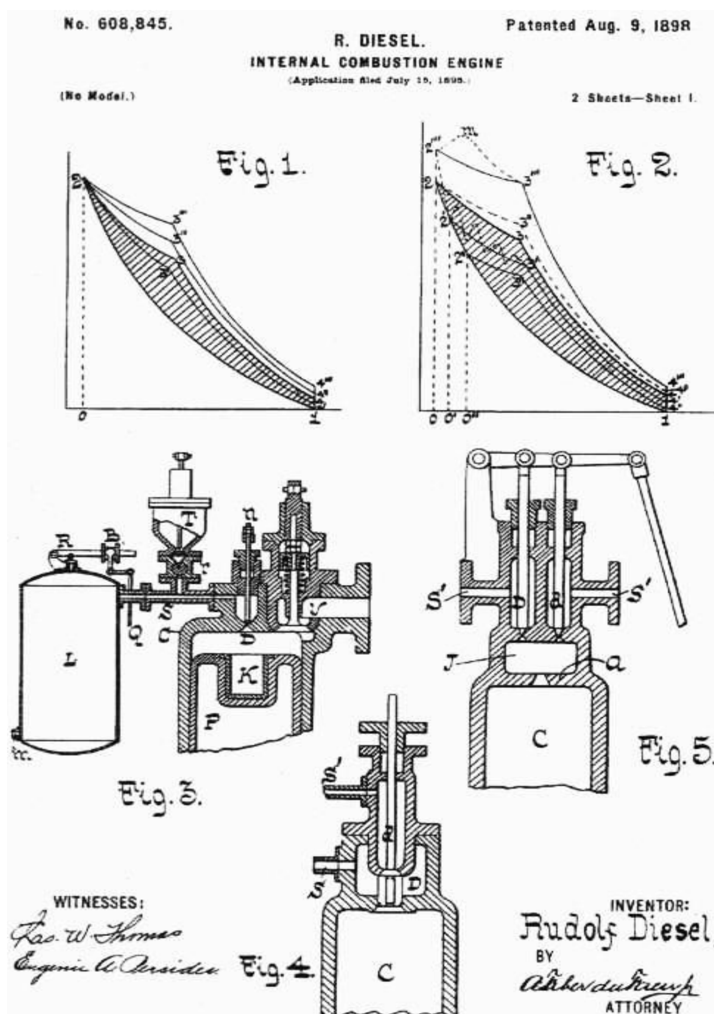
De ce n-ar trebui deocamdată să spunem adio motoarelor diesel

Pe 17 februarie 1897, Moritz Schröter, profesor de inginerie teoretică la Technische Universität din München, a condus testul oficial de omologare a noului motor al lui Rudolf Diesel. Scopul testului era de a verifica eficiența maşinăriei şi, în consecință, de a demonstra adecvarea acesteia pentru dezvoltarea comercială.

Motorul de 4,5 tone s-a descurcat de minune: la putere maximă, adică 13,4 kilowați (18 cai-putere, cât o motocicletă mică modernă), eficiența sa netă atingea 26%, fiind mult superioară oricărui motor contemporan pe benzină. Mândru de el, Diesel i-a scris soției sale: „Nici un alt proiect de motor nu a atins performanța motorului meu şi, prin urmare, pot afirma cu mândrie că sunt cel dintâi în specialitatea mea". Ulterior, în acel an, eficiența netă a motorului a ajuns la 30%, ceea ce făcea ca

dispozitivul să fie de două ori mai eficient decât motoarele Otto pe benzină ale epocii.

De-a lungul timpului, diferența de performanță s-a redus, dar motoarele diesel de astăzi sunt în continuare cu cel puțin 15 – 20% mai eficiente decât rivalele lor pe benzină. Motoarele diesel au mai multe avantaje: utilizează combustibil cu o densitate energetică mai mare (acesta conține cu aproape 12% mai multă energie decât un volum de benzină echivalent, permițând astfel unui vehicul să parcurgă o distanță mai mare cu acelaşi volum de combustibil); autoaprinderea lor implică rapoarte de compresie de două ori mai mari decât în cazul motoarelor pe benzină (rezultând o combustie mai complexă şi un gaz de eşapament mai rece); pot arde combustibil de calitate inferioară şi, prin urmare, mai ieftin, iar sistemele electronice de injecție moderne pot pulveriza combustibilul în cilindri la presiuni ridicate, rezultând o eficiență mai mare şi o evacuare mai curată.



Brevetul american al lui Rudolf Diesel pentru noul motor cu ardere internă

Însă, din păcate, testul record din 1897 nu a fost urmat rapid de aplicații comerciale. Concluzia lui Diesel, conform căreia crease o „maşinărie extrem de vandabilă” şi „ceilalți vor profita automat de valoarea sa”, a fost greşită. Abia în 1911 nava daneză

„Selandia” a devenit primul transportor maritim acționat de un motor diesel, iar motorina nu a ajuns să domine navigația decât după Primul Război Mondial. Traficul greu pe calea ferată a fost prima sa cucerire terestră, urmată de transportul rutier greu, vehiculele de teren şi utilajele din construcții şi agricole. Primul automobil diesel, Mercedes Benz 260 D, a fost fabricat în 1936. Astăzi, în Uniunea Europeană, aproximativ 40% dintre autoturisme sunt diesel, în vreme ce în SUA (unde benzina este mai ieftină) motoarele pe motorină reprezintă doar 3%.

Speranța inițială a lui Rudolf Diesel era ca motoarele mici pe motorină să fie utilizate cu precădere de producătorii mici şi independenți, ca vehicule ale descentralizării industriale, însă, după mai bine de 120 de ani, este valabil exact contrariul. Motoarele diesel facilitează, fără discuție, masiva producție industrială centralizată şi sunt principalii factori indispensabili ai globalizării. Combustibilii diesel alimentează practic toate navele-container şi toți transportatorii angro de vehicule şi mărfuri, de la petrol şi gaze naturale lichefiate până la minereuri, ciment, îngrăşăminte şi cereale. Totodată, aceştia alimentează aproape toate camioanele şi trenurile de marfă.

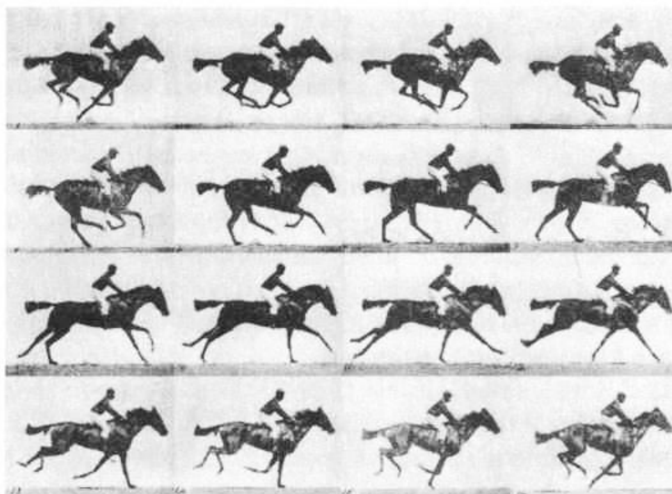
Majoritatea bunurilor pe care cititorii acestei cărți le consumă sau le poartă sunt transportate cel puțin o dată – de obicei, de mai multe ori – cu ajutorul maşinilor cu motoare diesel, adesea de pe un continent pe altul: haine din Bangladesh, portocale din Africa de Sud, țiței din Orientul Mijlociu, bauxită din Jamaica, maşini din Japonia, calculatoare din China. Fără costurile de operare reduse, eficiența sporită, fiabilitatea ridicată şi durata mare de viață a motoarelor diesel ar fi fost imposibil să se atingă nivelul de globalizare definitoriu în prezent pentru economia modernă.

După mai bine de un secol de utilizare, motoarele diesel au evoluat atât în ceea ce priveşte capacitatea, cât şi eficienţa. Cele mai mari utilaje de transport maritim au acum o putere estimată de 81 de megawaţi (109.000 de cai-putere), iar eficienţa lor netă maximă este de peste 50%, mai bună decât cea a turbinelor cu gaz, de circa 40% (vezi „De ce turbinele cu gaz simt cea mai bună alegere”, p. 135).

Şi viaţa motoarelor diesel este încă una lungă. Nu există alternative viabile, care să permită continuarea integrării economiei globale într-un mod la fel de accesibil, eficient şi fiabil ca maşinăria lui Diesel.

Imortalizarea mişcării – de la cai la electroni

Fotograful englez Eadweard Muybridge (1830 – 1904) a cunoscut celebritatea în America, în 1867, când şi-a deplasat studioul mobil în Valea Yosemite şi a realizat primele fotografii cu nitrat de argint ale peisajelor sale uimitoare. Cinci ani mai târziu, a fost angajat de Leland Stanford, pe atunci preşedintele Căii Ferate Centrale a Pacificului, fost guvernator al Californiei şi, ulterior, fondator al Universităţii din Palo Alto, care avea să-i poarte numele. Stanford, care era şi crescător de cai, l-a provocat pe Muybridge să rezolve o străveche dispută: dacă toate cele patru picioare ale unui cal se află pe sol atunci când aleargă.



Cal în galop, de Muybridge

Lui Muybridge nu i-a fost uşor să rezolve problema. În 1872, a făcut (şi apoi a pierdut) singura imagine a unui cal în alergare, cu toate copitele ridicate. Dar a perseverat şi, în cele din urmă, soluția sa a fost să surprindă mişcarea obiectelor cu ajutorul unor camere cu un timp de expunere de doar o miime de secundă.

Concludentul experiment a avut loc pe 19 iunie 1878, la ferma din Palo Alto a lui Stanford. Muybridge a aliniat de-a lungul pistei mai multe camere cu plăci fotografice, declanşate prin fir, şi a folosit un fundal alb pentru un contrast bun, copiind apoi imaginile obținute sub forma unei succesiuni de imagini statice (siluete) pe discul unui dispozitiv circular simplu, pe care l-a numit zoopraxiscop şi în cadrul căruia o serie de fotografii rotative transmiteau senzația de mişcare.

Sallie Gardner, calul pus la dispoziție de Stanford pentru test, avea în mod evident toate copitele desprinse de la sol în momentul galopului. Dar momentul aerian nu s-a desfăşurat aşa

cum este el înfățișat în tablouri celebre, cel mai cunoscut dintre ele fiind cel al lui Théodore Géricault, *Derby-ul din 1821 de la Epsom,* expus în prezent la Luvru şi în care picioarele animalelor sunt extinse mult de lângă corp. În schimb, s-a arătat că picioarele calului se aflau sub corpul acestuia chiar înainte ca animalul să împingă solul cu membrele posterioare.

Această lucrare a condus la adevăratul *magnum opus* al lui Muybridge, pe care l-a pregătit pentru Universitatea din Pennsylvania. Începând din 1883, a început o lungă serie de reprezentare a mişcării animalelor şi a oamenilor. Creația sa se baza pe 24 de camere fixate în paralel de-a lungul unei piste de 36 de metri, cu două seturi portabile a câte 12 baterii la fiecare capăt. Traseul avea un fundal marcat, iar animalele sau oamenii activau diafragma rupând nişte corzi întinse.

Produsul final a fost o carte cu 781 de ilustrații, publicată în 1887. Acest compendiu înfățişa nu doar animale domestice care alergau (câini şi pisici, vaci şi porci), ci şi un bizon, un cerb, un elefant şi un tigru, precum şi un struț în fugă şi un papagal în zbor. Secvențele cu oameni ilustrau alergări, dar şi ascensiuni, coborâri, ridicări, aruncări, lupte, un copil care mergea de-a buşilea şi o femeie care turna o găleată de apă peste o altă femeie.

Cele 1.000 de cadre pe secundă ale lui Muybridge au devenit în scurt timp 10.000. Până în 1940, proiectul patentat al camerei cu oglindă rotativă a crescut ritmul la un milion pe secundă, în 1999, Ahmed Zewail a câştigat Premiul Nobel pentru chimie pentru dezvoltarea unui spectrograf care reuşea să surprindă stările de tranziție a reacțiilor chimice pe scara femtosecundelor, adică 10^{-15} secunde sau o milionime dintr-o miliardime de secundă.

În prezent, putem folosi impulsuri laser intense şi ultrarapide pentru a capta evenimente separate între ele de doar câteva attosecunde, adică 10^{-18} secunde. Grație acestei rezoluții temporale putem observa ceea ce a fost ascuns până de curând oricărei încercări experimentale directe: mişcările electronilor la scară atomică.

Se pot da multe exemple pentru a ilustra progresele ştiințifice şi inginereşti extraordinare pe care le-am făcut din ultimele decenii ale secolului al XIX-lea încoace şi o parte dintre cazurile cele mai impresionante – inclusiv strălucitoarea eficiență a luminii (vezi „De ce lumina solară este în continuare cea mai bună”, p. 152) şi aportul şi performanța costului ajustat al energiei electrice (vezi „Adevăratul cost al electricității”, p. 161) – sunt detaliate în această carte, însă contrastul dintre descoperirile lui Eadweard Muybridge şi Ahmed Zewail este la fel de impresionant ca orice alt progres la care mă pot gândi: de la soluționarea disputei referitoare la poziția aeriană a copitelor unui cal până la observarea mişcării electronilor la scară atomică.

De la fonograf la *streaming* în 1931, la vârsta de 84 de ani,

În 1931, la vârsta de 84 de ani, când a murit, Thomas Edison deținea aproape 1.100 de brevete în Statele Unite şi peste 2.300 în întreaga lume. De departe, cea mai faimoasă invenție a sa este becul, însă nu lui i se datorează ideea folosirii unui recipient gol de sticlă, nici utilizarea unui filament incandescent. Mult mai importantă a fost concepția lui Edison, în întregime *de novo,* a

unui sistem complet de generare, transport şi conversie a energiei electrice, pe care l-a pus în funcțiune mai întâi în Londra şi apoi în sudul Manhattanului, în 1882.



Thomas Edison, alături de fonograful său

Dar, în privința originalității pure, aproape magice, nimic nu se compară cu Brevetul SUA nr. 200 521 al lui Edison, emis pe 19 februarie 1878, pentru prima modalitate de redare a sunetului înregistrat.

Fonograful (un dispozitiv pentru înregistrarea şi reproducerea mecanică a sunetului) a fost inspirat de telegraf şi telefon. Edison a petrecut ani buni încercând să-l perfecționeze pe primul dintre ele – majoritatea brevetelor sale timpurii erau legate de telegrafie – şi a fost intrigat de cel de-al doilea după inventarea sa, în 1876. Edison a obținut primele brevete în domeniul telefoniei în 1878. El a observat că, dacă redai o bandă telegrafică la viteză mare, obțineai nişte sunete asemănătoare cuvintelor rostite. Ce avea să se întâmple oare dacă înregistrai un mesaj telefonic ataşând la diafragma receptorului un ac ce perfora o bandă şi redai apoi banda astfel obținută? A proiectat un dispozitiv mic, cu un

cilindru canelat, acoperit cu folie de aluminiu, capabil să recepționeze şi să înregistreze mişcările diafragmei. „Am strigat apoi: «Mary a servit puțină carne de miel» etc.”, avea să-şi amintească mai târziu Edison. „Am pregătit dispozitivul de reproducere şi maşinăria a redat perfect sunetul. N-am fost în viața mea mai uluit. Toată lumea a fost uluită. Mereu îmi era teamă de lucrurile care funcționau pentru prima dată”.

În scurt timp, a pornit cu fonograful într-un turneu şi a ajuns chiar şi la Casa Albă. Şi-a făcut reclamă numindu-şi (în mod nepotrivit) dispozitivul „Realizarea supremă a lui Thomas Edison”, iar dorința inventatorului era ca toate familiile americane să-i cumpere, în cele din urmă, aparatul. I-a perfecționat foarte mult designul la sfârşitul anilor 1880, folosind cilindri acoperiți cu ceară (concepuți inițial de colegii lui Alexander Graham Bell, inventatorul telefonului), un motor electric alimentat cu baterii şi comercializându-l pe post de înregistrator de voci de familie şi cutie muzicală, precum şi ca maşină de dictat şi carte audio pentru nevăzători.

Cu toate acestea, vânzările nu au fost niciodată spectaculoase. Cilindrii de ceară, mai ales cei din primele versiuni, erau fragili, greu de fabricat şi, prin urmare, scumpi. În 1887, American Graphophone Company obținuse deja brevetul pentru o versiune rivală a dispozitivului, la rândul ei destul de costisitoare (echivalentul a circa *4*.000 de dolari în prezent).

În anii 1880, Edison a fost preocupat de introducerea şi îmbunătățirea luminilor electrice şi de inventarea şi proiectarea sistemelor de generare şi transmisie. Dar, în 1898, a început să vândă Edison Standard Phonograph pentru 20 de dolari, aproximativ 540 de dolari în banii de astăzi. Un an mai târziu a apărut un model ieftin, Gem, comercializat la doar 7,50 dolari

(Sears, Roebuck & Co. Vindeau un pat de fier pentru aproximativ aceeaşi sumă). Dar, până în 1912, când Edison a ajuns să producă în masă cilindri de celuloid insacabili, discurile de şelac pentru gramofon (brevetate pentru prima dată de Emile Berliner, în 1887) au preluat controlul.

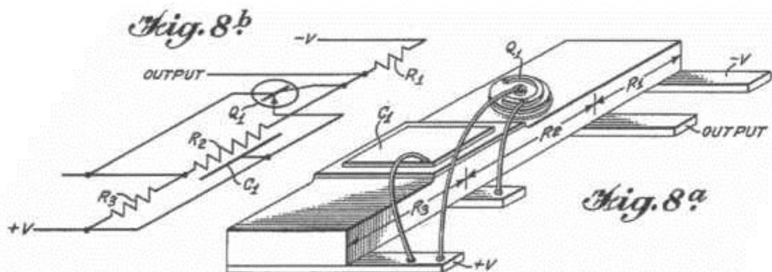
Lui Edison i-a venit mereu greu să se despartă de primele sale invenții. Ultimii cilindri de fonograf au fost fabricați în octombrie 1929. Discurile plate cu canelură spiralată, utilizate pentru gramofon, au dominat aproape tot restul secolului XX, până au fost înlocuite, într-o succesiune rapidă, de noi modalități de înregistrare a sunetului. Vânzările de LP-uri din SUA au atins apogeul în 1978, casetele compacte au reuşit asta un deceniu mai târziu, iar CD-urile – introduse în 1984 – au ajuns în vârf în 1999. După doar şapte ani, vânzările s-au redus la jumătate şi au fost acum depăşite de descărcările de muzică, inclusiv de *streaming-ul* wireless gratuit. Oare ce părere ar fi avut Edison despre aceste metode dematerializate de reproducere a sunetului?

Inventarea circuitelor integrate în 1958, la 11 ani după ce

În iulie 1958, Jack S. Kilby de la Texas Instruments a venit cu ideea construirii unui monolit. În cererea depusă pentru brevetul de invenție, l-a descris ca pe „un nou circuit electronic miniaturizat, fabricat dintr-un corp de material semiconductor, conținând o joncțiune difuzată *p-n* şi în care toate componentele circuitului electronic sunt complet integrate în corpul materialului semiconductor”. Şi Kilby a subliniat că „nu există

nicio limită în ceea ce priveşte complexitatea sau configuraţia circuitelor care pot fi realizate în acest mod”.

Ideea era ideală, dar punerea sa în practică – aşa cum era descrisă de Kilby în cererea pentru brevetul de invenţie din februarie 1959 – nu putea fi realizată, deoarece conexiunile din sârmă se ridicau ca un arc deasupra suprafeţei plăcii, împiedicând construirea unei componente plane. Kilby ştia că nu va funcţiona şi de aceea a adăugat o notă despre alte modalităţi de conexiune. De exemplu, s-a referit la aurul depus pe stratul subţire de oxid de siliciu de pe suprafaţa plăcii.



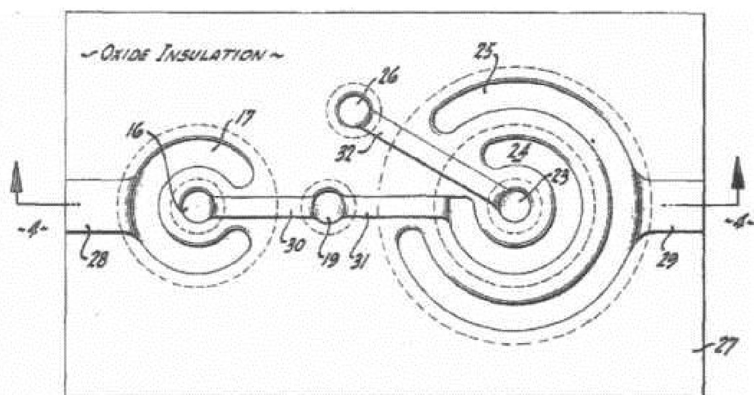
Circuit integrat: brevetul cu „fire zburătoare” al lui Kilby

Fără ştirea lui, în ianuarie 1959, Robert Noyce, pe atunci director de cercetare la Fairchild Semiconductor Corporation, avea să schiţeze în carnetul său de laborator o versiune îmbunătăţită a aceleiaşi idei. „Ar fi de dorit să realizăm mai multe dispozitive pe o singură bucată de siliciu, pentru a putea face interconexiuni între mai multe dispozitive ca parte a procesului de fabricaţie, reducând astfel dimensiunea, greutatea etc., precum şi costul individual al elementelor active”, scria Noyce. În plus, desenul care însoţea cererea pentru brevet al lui Noyce, din iulie 1959, nu conţinea fire zburătoare; în schimb, reprezenta în mod clar un tranzistor planar şi „interlinii sub forma unor benzi

metalice depuse în vid sau formate în alt mod, care se extind şi aderă la stratul de oxid izolant, pentru realizarea conexiunilor electrice către şi între diferite regiuni ale corpului semiconductorului, fără scurteircuitarea joncțiunilor”.

Noyce a obținut brevetul în aprilie 1961; Kilby, în iulie 1964. Litigiul a ajuns până la Curtea Supremă, care a refuzat în 1970 să audieze cazul, confirmând hotărârea unei instanțe inferioare, care i-a dat întâietate lui Noyce. Decizia nu a avut niciun impact practic, fiindcă, în 1966, cele două companii au hotărât să-şi partajeze licențele de producție, iar originea circuitului integrat a devenit un alt exemplu remarcabil de invenție dezvoltată independent şi simultan. Ideea conceptuală de bază era identică; ambii inventatori au primit Medalia Națională pentru Ştiință şi au fost incluşi în Galeria de Onoare a Inventatorilor Naționali. Noyce a trăit doar 62 de ani, dar Kilby a avut o viață mai lungă şi, în 2000, la 77 de ani, cu cinci ani înainte să moară, a primit Premiul Nobel pentru Fizică.

Texas Instruments şi-a numit noile modele „Elemente micrologice”. Compania a fost desemnată să se ocupe de controlarea rachetelor balistice intercontinentale şi să sprijine aselenizarea cu echipaj uman.



Circuit integrat: modelul planar al lui Noyce

Progresul lor ulterior, surprins de încă solida lege a lui Moore (vezi „Blestemul lui Moore: de ce progresul tehnic va lua mai mult timp decât crezi”, p. 123), a fost una dintre evoluțiile definitorii ale epocii noastre. Până în 1971, circuitele integrate de bază se dezvoltaseră sub forma unor microprocesoare simple, cu mii de componente, avansând apoi către modelele care au dus la ieftinirea calculatoarelor personale, începând de la jumătatea anilor 1980. Până în 2003, numărul total de componente a depăşit 100 de milioane de tranzistoare, iar în 2015 a ajuns la 10 miliarde. Această cifră reprezintă o creştere agregată de opt ordine de mărime față de anul 1965, adică o medie de 37% pe an, numărul componentelor din anumite domenii dublându-se o dată la fiecare doi ani. Asta înseamnă că, prin comparație cu randamentul din ultimul timp, pentru obținerea unei performanțe echivalente la mijlocul anilor 1960, ar fi fost nevoie de componente de 100 de milioane de ori mai mari. După cum spunea celebrul fizician Richard Feynman, există loc suficient la bază.

Blestemul lui Moore:

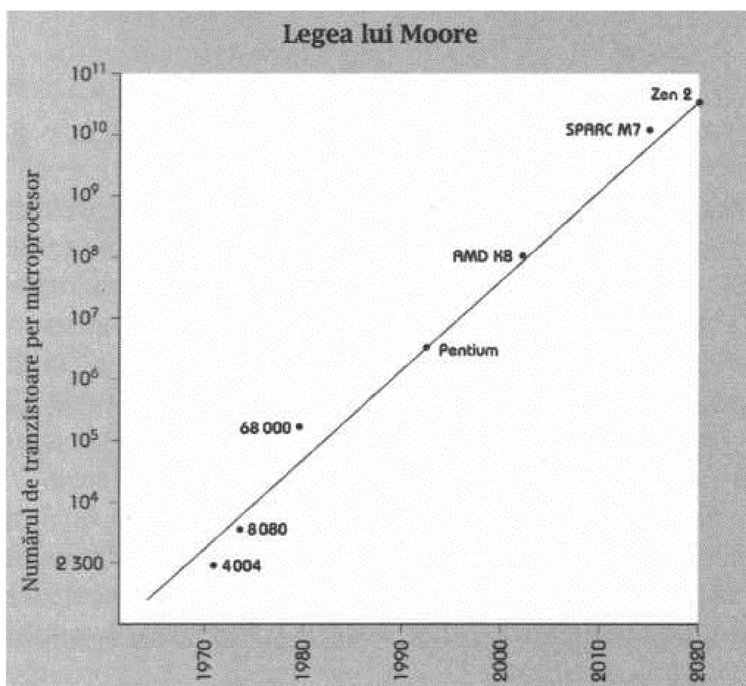
de ce progresul tehnic va lua

mai mult timp decât crezi în 1965, Gordon Moore – la acea

Pe măsură ce componentele au devenit tot mai mici, mai dense, mai rapide şi mai ieftine, puterea lor a crescut şi costurile multor produse şi servicii s-au redus, în special în cazul calculatoarelor şi telefoanelor mobile. Rezultatul a fost o revoluție în domeniul electronicii.

Dar această revoluție a fost o binecuvântare şi, totodată, un blestem, deoarece, fără să vrea, a crescut aşteptările pe care le avem de la evoluția tehnică. Ni se dau asigurări că progresul rapid va duce în curând la apariția automobilelor electrice care se conduc singure, la descoperirea unor leacuri individuale pentru cancer sau la imprimarea 3D pe loc a inimii sau rinichilor. Ni se spune chiar că progresul va deschide calea pentru tranziția lumii de la combustibilii fosili la energiile regenerabile.

Dar dublarea densității tranzistoarelor o dată la doi ani nu este un ghid util pentru progresul tehnic în general. Existența modernă depinde de numeroase procese cu perfecționare lentă, printre care, deloc de neglijat, producția de alimente şi energie şi transportul de persoane şi mărfuri, iar acest ritm redus este predominant nu doar pentru progresele anterioare anilor 1950, ci şi pentru inovațiile şi îmbunătățirile care coincid cu dezvoltarea tranzistoarelor (prima lor aplicație comercială a fost pentru aparatele auditive, în 1952).



Porumbul, principala cultură agricolă a Statelor Unite, a înregistrat, începând din 1950, o creştere medie a producției cu 2% pe an. Recolta de orez, cea mai importantă pentru China, a crescut cu doar 1,6% în ultimii 50 de ani. Eficienta cu care turbo-generatoarele cu aburi convertesc puterea termică în electricitate a crescut în secolul XX cu aproximativ 1,5% pe an; pe de altă parte, dacă facem comparația între turbo-generatoarele cu aburi de la 1900 şi centralele electrice cu ciclu combinat din anii 2000 (care combină turbinele cu gaz şi cazanele cu aburi), rata anuală creşte la 1,8%. Progresele în materie de iluminat au fost mai impresionante decât în orice alt sector al conversiei energiei electrice, dar, între 1881 şi 2014, eficacitatea luminoasă (lumeni per watt) a crescut cu doar 2,6% pe an pentru iluminatul de interior şi cu 3,1% pentru iluminatul exterior (vezi „De ce lumina solară este în continuare cea mai bună”, p. 152).

Din 1900 până în 1958, viteza călătoriilor intercontinentale a crescut de la aproximativ 35 de kilometri pe oră pentru navele maritime mari la 885 km/h pentru un Boeing 707, o creştere medie de 5,6% pe an. Dar, de atunci, viteza avioanelor a rămas, în esenţă, constantă: un Boeing 787 călătoreşte cu o viteză cu doar câteva procente mai mare decât un 707. Între 1973 şi 2014, eficienta conversiei combustibilului autovehiculelor din SUA (chiar dacă excludem monstruoasele SUV-uri şi camionete) a crescut cu o rată anuală de doar 2,5%, de la 13,5 la 37 de mile pentru un galon (adică de la 17,4 la 6,4 litri la 100 de kilometri). Şi, în fine, costul energetic al oţelului (cocs, gaze naturale şi electricitate), metalul esenţial pentru civilizaţia noastră, a fost redus, între 1950 şi 2010, de la aproximativ 50 de gigajouli pe tonă la mai puţin de 20, adică o rată anuală de circa 1,7% pe an.

Principiile energetice, materiale şi de transport fundamentale, care permit funcţionarea civilizaţiei moderne şi care delimitează sfera sa de acţiune, se îmbunătăţesc constant, dar lent. Câştigurile de performanţă variază între 1,5% şi 3% pe an, la fel şi scăderea costurilor.

Astfel, în afara universului dominat de microcipuri, inovaţia pur şi simplu nu respectă Legea lui Moore, avansând în ritmuri inferioare unui ordin de mărime.

Progresul informaţiilor:

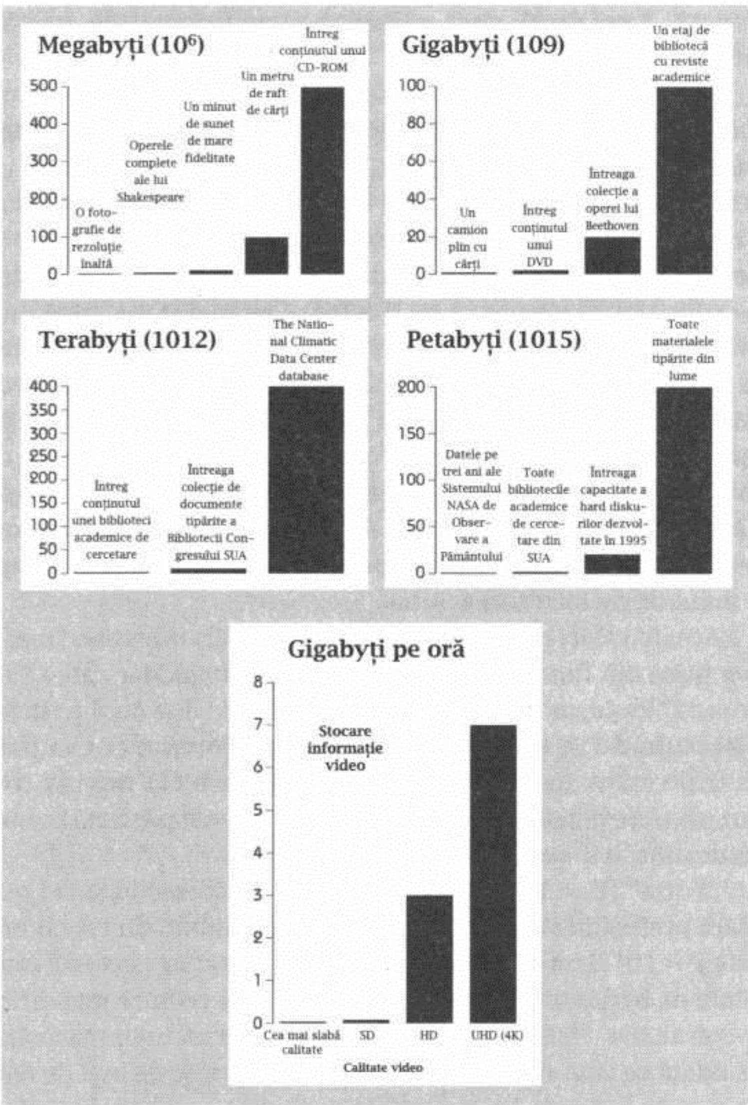
prea multe, prea rapid

Pe vremuri, informațiile erau depozitate doar în creierul uman, iar barzii din vechime puteau petrece ore întregi rememorând poveşti despre bătălii şi cuceriri. Apoi, a fost inventată stocarea externă a datelor. 0000

Sigiliile cilindrice şi tăblițele mici de lut inventate în Sumer, în sudul Mesopotamia, în urmă cu aproape 5.000 de ani, conțineau adesea doar câteva caractere cuneiforme în acea limbă străveche, echivalând cu câteva sute (10^2) de byți. *Orestia,* trilogia grecească scrisă de Eschil în secolul al V-lea î.Hr., însumează circa 300.000 (10^5) de byți. Unii senatori bogați din Roma imperială aveau biblioteci care adăposteau sute de suluri, colecțiile mari totalizând în jur de 100 de megabyți (10^8 byți).

O schimbare radicală s-a produs odată cu inventarea de către Johannes Gutenberg a presei tipografice cu caractere mobile. Până în 1500, la mai puțin de jumătate de secol de la introducerea sa, tipografiile europene au lansat peste 11.000 de noi ediții de carte. Această creştere extraordinară a fost susținută de progresele înregistrate de alte forme de păstrare a informației. Mai întâi au apărut partiturile muzicale, ilustrațiile şi hărțile gravate şi xilografiate. Apoi, în secolul al XIX-lea, fotografiile, înregistrările sonore şi filmele. Noile moduri de stocare a informației apărute în secolul XX au inclus benzile magnetice şi discurile de vinii, iar, începând din anii 1960, computerele au extins aria de digitalizare, îmbunătățind imagistica medicală (o mamografie digitală are doar 50 de megabyți), filmele animate (2 – 3 gigabyți), transferurile financiare intercontinentale şi, în cele din urmă, trimiterea prin e-mail în masă a mesajelor spam (peste 100 de milioane de mesaje trimise în fiecare minut). Informațiile stocate digital au depăşit rapid toate materialele tipărite. Toate piesele de teatru şi poeziile lui Shakespeare însumează 5

megabyți, cât o fotografie de rezoluție înaltă, 30 de secunde de sunet de mare fidelitate sau 8 secunde de *streaming* video HD.



Materialele tipărite au ajuns astfel să reprezinte o componentă marginală în stocarea globală a informațiilor. Până în anul 2000, toate cărțile din Biblioteca Congresului însumau mai mult de 10^{13} byți (peste 10 terabyți), dar această cifră însemna mai puțin de un procent din totalul colecțiilor (10^{15} byți sau aproximativ 3 petabyți), dacă adăugăm toate fotografiile, hărțile, filmele şi înregistrările audio.

Iar în secolul XXI informațiile sunt generate cu o viteză tot mai mare. Potrivit celei mai recente estimări referitoare la cantitatea de informații generate într-un minut, în 2018, Domo, un serviciu *cloud,* a numărat peste 97.000 de ore de film transmise prin *streaming* către utilizatorii Netflix, aproape 4,5 milioane de videoclipuri vizionate pe YouTube, puțin peste 18 milioane de solicitări de prognoză pe Weather Channel şi mai bine de 3 cvadrilioane de byți (3,1 petabyți) de altfel de date pe internet, şi asta doar în Statele Unite. Până în 2016, rata anuală globală de creare a informațiilor a depăşit 16 zettabyți (1 ZB are 10^{21} byți), iar până în 2025 se estimează că va creşte cu încă un ordin de mărime, adică va însuma aproape 160 de zettabyți (10^{23} byți). Tot potrivit Domo, în 2020, o dată la fiecare secundă, au fost generați 1,7 megabyți de date pentru fiecare dintre cei aproape 8 miliarde de locuitori ai lumii.

Aceste valori conduc spre câteva întrebări evidente. Doar o fracțiune din fluxul de date poate fi depozitată, dar care să fie aceasta? Problemele stocării sunt evidente chiar şi dacă păstrăm mai puțin de 1% din flux. Iar după ce ne lămurim ce cantitate să depozităm, trebuie să ne întrebăm pentru cât timp ar trebui păstrate datele. Nicio informație nu trebuie păstrată pentru totdeauna, dar care este intervalul optim?

„Yotta” (Y = 10^{24} sau un trilion de trilioane) este cel mai mare prefix din sistemul internațional de unități (în care o mie este k = 10^3 şi un milion este M = 10^6). Vom atinge această cantitate de byți într-un deceniu şi ne va fi din ce în ce mai dificil s-o evaluăm, chiar dacă delegăm aceste sarcini unor maşinării. Şi, odată ce vom crea anual peste 50 de trilioane de byți de date pe cap de locuitor, va mai exista oare vreo şansă realistă de a le folosi efectiv? La urma urmei, există o diferență fundamentală între datele acumulate, informațiile utile şi cunoaşterea profundă.

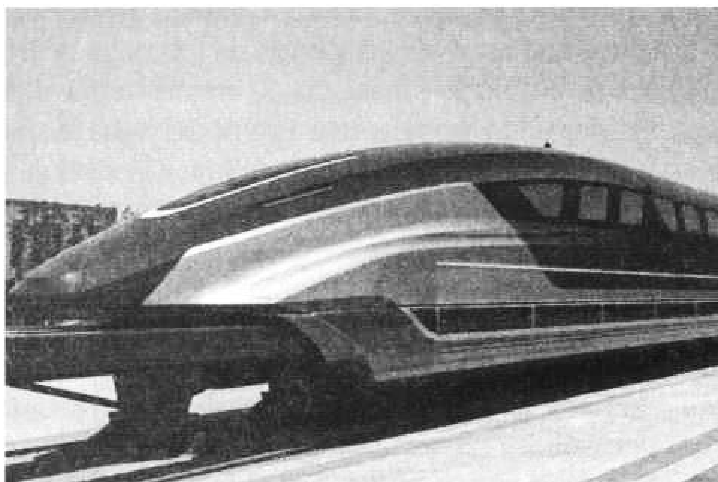
O abordare realistă a inovației

Societățile moderne sunt obsedate de inovație. La sfârşitul anului 2019, o căutare pe Google pentru cuvântul *inovație* oferea 3,21 de miliarde de răspunsuri, depăşind de departe termenii *terorism* (481 de milioane), *creştere economică* (aproximativ un miliard) şi *încălzire globală* (385 de milioane). Am ajuns să credem că inovația va deschide toate uşile cu putință: către o speranță de viață de peste 100 de ani, către fuziunea dintre conştiința umană şi cea a roboților, către energia solară gratuită.

Aceste îngenuncheri lipsite de spirit critic în fața altarului inovației sunt eronate din două puncte de vedere: ignoră mărețele şi esențialele încercări care au eşuat după ce au cheltuit sume uriaşe pentru cercetare şi nu ne lămuresc deloc de ce preferăm atât de des să rămânem fideli unei practici inferioare, chiar dacă ştim că există un mod de acțiune superior.

Reactorul cu regenerare rapidă, numit aşa pentru că produce mai mult combustibil nuclear decât consumă, este unul dintre cele mai remarcabile, mai îndelungate şi mai costisitoare eşecuri. În 1974, General Electric prezicea că, până în 2000, aproximativ 90% din energia electrică a Statelor Unite va proveni de la un reactor regenerativ. GE nu a făcut altceva decât să exprime o speranță larg răspândită: în anii 1970, guvernele Franței, Japoniei, Uniunii Sovietice, Marii Britanii şi Statelor Unite au investit masiv în dezvoltarea reactoarelor regenerative. Dar costurile ridicate, problemele tehnice şi cele ecologice au condus la închiderea programelor britanice, franceze, japoneze, americane (şi, totodată, a celor de dimensiuni mai mici ale Germaniei şi Italiei), în timp ce China, India, Japonia şi Rusia mențin încă în funcțiune reactoarele experimentale. Deşi, per ansamblu, lumea a consumat peste 100 de miliarde de dolari în banii de astăzi şi şase decenii de eforturi, nu a fost obținut niciun beneficiu comercial real.

Printre alte inovații majore care nu beneficiază încă de o aplicație comercială se numără automobilele alimentate cu hidrogen (cu celulă de combustie), trenurile cu levitație magnetică (maglev) şi energia termonucleară. Ultima este, probabil, cel mai notoriu exemplu de inovație veşnic amânată.



Prototipul unui tren maglev prezentat în 2019 de China Railway Rolling Stock Corporation

A doua categorie de inovații eşuate – lucruri pe care continuăm să le facem chiar dacă ştim că n-ar trebui – variază de la practicile cotidiene la conceptele teoretice.

Două exemple deranjante sunt ora de vară şi procesul de îmbarcare în avioane. De ce continuăm să schimbăm „ora de vară/iarnă” de două ori pe an (sub pretextul economisirii energiei), când ştim că nu se produce literalmente niciun fel de economie? Iar îmbarcarea pentru zborurile comerciale durează acum mai mult decât în anii 1970, în ciuda faptului că avem la dispoziție o sumedenie de metode mai rapide decât cele ineficiente utilizate în prezent. De exemplu, am putea dispune oamenii într-o piramidă inversă, îmbarcându-i alternativ prin spatele şi fața avionului (împrăştiindu-i pentru a reduce la minimum blocajele) sau eliminând, pur şi simplu, alocarea de locuri.

Şi de ce cuantificăm progresul economiilor pe baza produsului intern brut? PIB-ul nu reprezintă decât valoarea anuală totală a

bunurilor şi serviciilor tranzacționale într-o anumită țară. Acesta creşte nu doar atunci când se îmbunătățeşte viața cetățenilor, ci şi atunci când oamenii sau mediul înconjurător au de suferit. Sporirea vânzărilor de alcool, şofatul în stare de ebrietate, numărul mai mare de accidente, de internări la urgențe, de vătămări, de deținuți – toate duc la creşterea PIB-ului. Mai multe tăieri ilegale la tropice, mai multe defrişări şi declinul biodiversității duc la creşterea PIB-ului. Ştim că există şi soluții mai bune, dar continuăm să venerăm creşterea anuală a PIB-ului, indiferent cum a fost obținută.

Mintea umană are multe preferințe iraționale: ne place să medităm la inovații nebuneşti şi nemaiauzite, dar nu ne obosim să rezolvăm alte probleme, mai obişnuite, folosindu-ne de inovațiile practice care aşteaptă să fie implementate. Cum ar fi dacă am perfecționa procesul de îmbarcare în avioane înainte să visăm la trenuri care circulă în vid şi la viața eternă?

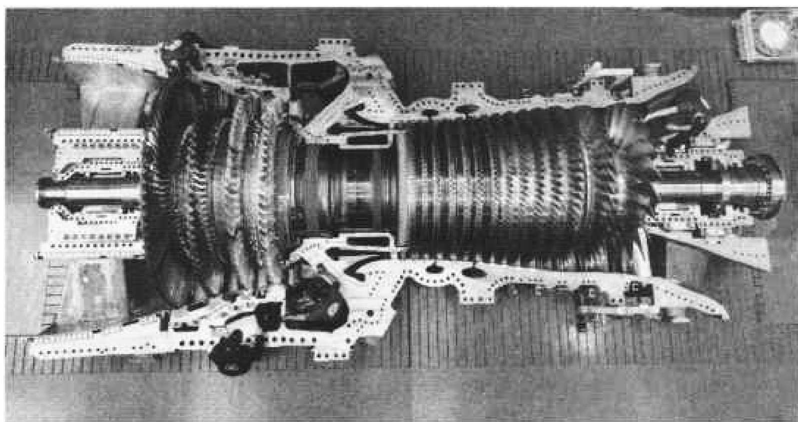
Combustibili **şi** electricitate.
Energie pentru societ**ăţ**ile noastre

De ce turbinele cu gaz sunt

cea mai bună alegere în 1939,

Tulburările provocate de al Doilea Război Mondial şi dificultățile economice care au urmat au făcut ca turbina din Neuchitel să fie o excepție de pionierat până în 1949, când Westinghouse şi General Electric au introdus primele lor modele cu putere limitată. Nu s-a grăbit nimeni să le instaleze, întrucât piața era dominată de centralele mari pe cărbune, care generau cea mai ieftină energie electrică. Până în 1960, cea mai puternică turbină cu gaz atingea 20 de megawați, în continuare cu un ordin de mărime mai mic decât puterea majorității turbogeneratoarelor cu aburi.

În noiembrie 1965, uriaşa pană de curent din nord-estul Statelor Unite i-a făcut pe mulți să se răzgândească: turbinele cu gaz puteau atinge capacitatea maximă de funcționare în doar câteva minute. Dar creşterea prețurilor la petrol şi gaze şi scăderea cererii pentru electricitate au împiedicat o extindere rapidă a noii tehnologii. Schimbarea s-a produs abia spre sfârşitul anilor 1980; până în 1990, turbinele cu gaz, cu o putere, fiabilitate şi eficiență în creştere, ocupau aproape o jumătate din capacitatea nou instalată de producere a energiei electrice din SUA.



Interiorul unei turbine cu gaz de mari dimensiuni însă chiar şi randamentele mai mari de 40% produc gaze de eşapament de aproximativ 600°C, suficient de fierbinți pentru a genera aburi într-o turbină ataşată. Acest tandem între o turbină pe gaz şi o turbină cu aburi – turbină de gaz cu ciclu combinat (TGCC) – a fost dezvoltat pentru prima dată la sfârşitul anilor 1960, iar cele mai eficiente TGCC ating acum randamente de 60%. Nici un alt motor nu este mai rentabil de atât.

În prezent, Siemens oferă o TGCC de uz utilitar evaluată la 593 de megawați, de aproape 40 de ori mai puternică decât dispozitivul din Neuchitel şi care funcționează cu o eficiență de 63%. Turbina cu gaz 9HA de la General Electric furnizează 571 de megawați când funcționează independent (generează un ciclu simplu) şi 661 de megawați (63,5% eficiență) atunci când este cuplată la o turbină cu aburi (TGCC).

Turbinele cu gaz sunt ideale în privința puterii maxime pe care o furnizează şi reprezintă cele mai bune soluții de rezervă pentru generarea intermitentă de energie eoliană şi solară. În prezent, în Statele Unite, ele sunt de departe cea mai accesibilă soluție pentru capacitățile noi de generare. În cazul celor care vor intra în funcțiune în 2023, costul egalizat al electricității (un indicator al costului unui proiect energetic pe toată durata funcționării sale) este estimat la aproximativ 60 de dolari pe megawatt-oră pentru turbogeneratoarele care folosesc aburii rezultați din arderea cărbunilor şi cu captare parțială a carbonului, la 48 de dolari/pe megawatt-oră pentru panourile solare fotovoltaice şi la 40 de dolari/pe megawatt-oră pentru energia eoliană terestră, în vreme ce pentru turbinele cu gaz

convenționale costul este de 30 de dolari/pe megawatt-oră şi mai puțin de 10 de dolari/pe megawatt-oră pentru TGCC.

Totodată, turbinele cu gaz sunt folosite la nivel mondial pentru producția combinată de energie electrică şi căldură. Aburul şi apa caldă sunt necesare în multe industrii şi sunt utilizate pentru a alimenta cu energie sistemele de încălzire centrală, care sunt frecvent întâlnite în multe oraşe mari din Europa. Aceste turbine sunt utilizate chiar şi pentru încălzirea şi iluminarea vastelor sere olandeze, care profită, de asemenea, de dioxidul de carbon generat, accelerând creşterea legumelor. Turbinele cu gaz pun în funcțiune şi compresoarele multor întreprinderi industriale şi din stațiile de pompare prin conducte de mare distanță.

Veridictul este clar: nici un alt dispozitiv cu combustie nu combină atât de multe avantaje precum turbinele moderne cu gaz. Sunt compacte, uşor de transportat, de instalat, relativ silențioase, accesibile şi eficiente, oferă un randament aproape imediat şi pot funcționa fără răcire cu apă. Toate aceste avantaje le fac să fie de neegalat, atât în privința energiei mecanice, cât şi a căldurii.

Dar longevitatea lor? Turbina din Neuchitel a fost scoasă din uz în 2002, după 63 de ani de funcționare – nu din cauza vreunei defecțiuni a maşinii, ci a unui generator deteriorat.

Energia nucleară – o promisiune neîndeplinită

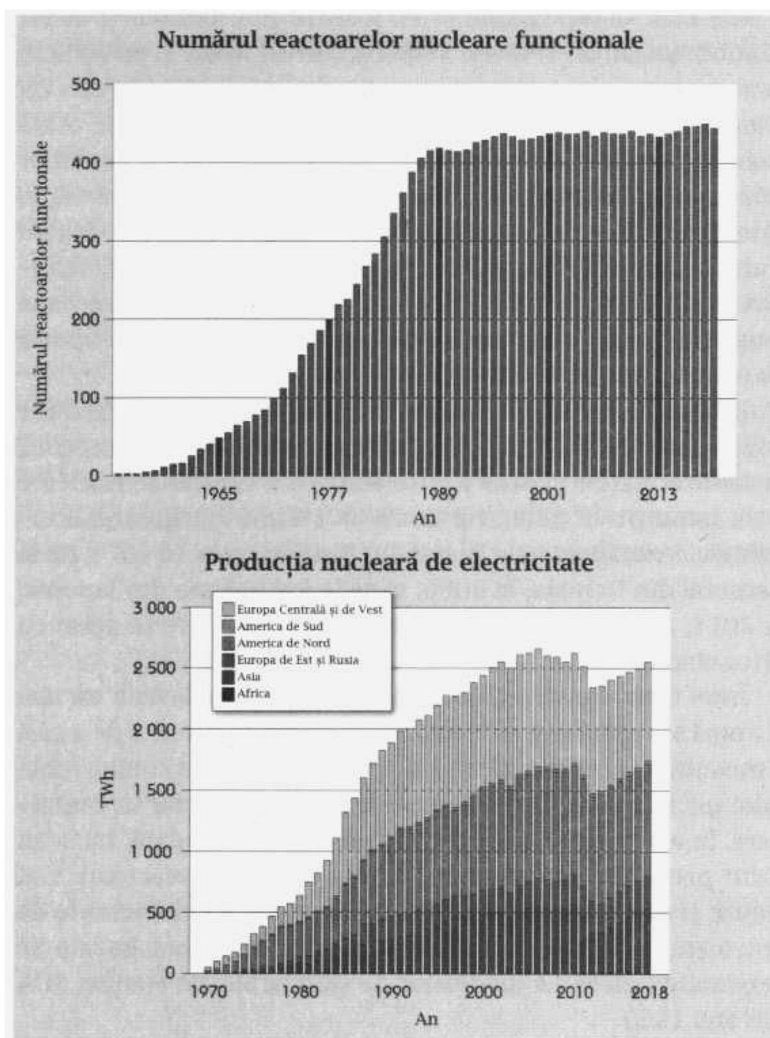
Epoca producerii de energie electrică atomică a început pe 17 octombrie 1956, când regina Elisabeta a II-a a pus în funcțiune Calder Hall, pe coasta de nord-vest a Angliei. Şaizeci de ani reprezintă un interval suficient de lung încât să putem evalua tehnologia, dar eu tot nu sunt în stare să-mi îmbunătățesc veridictul din urmă cu un deceniu: un „eşec reuşit”.

Partea de succes este bine documentată. După un început lent, construirea de reactoare a început să crească spre sfârşitul anilor 1960 şi, în 1977, peste 10% din energia electrică a Statelor Unite era obținută prin fisiune, ajungând în 1991 la 20%. Tehnologia a avut o pătrundere pe piață mai rapidă decât cea a panourilor fotovoltaice şi a turbinelor eoliene, care a debutat în anii 1990.

La sfârşitul anului 2019, în lume existau 449 de reactoare funcționale (şi 53 în construcție), multe dintre ele cu factori de capacitate8 de peste 90%. Factorii reprezintă cota producției potențiale a reactoarelor, calculată în medie, pe tot parcursul anului. Reactoarele au produs de două ori mai multă electricitate decât celulele fotovoltaice şi turbinele eoliene la un loc. În 2018, energia nucleară a furnizat cea mai mare cotă de energie electrică în Franța (aproximativ 72%), 50% în Ungaria, reactoarele elvețiene au contribuit cu 38%, în Coreea de Sud procentul a fost de 24%, în timp ce în SUA a fost sub 20%.

---

8 Raportul dintre producția reală de energie şi cantitatea care ar fi putut să fie obținută dacă reactorul ar fi funcționat continuu la nivelul maxim, (n. tr.)



„Eşecul” se datorează înşelării aşteptărilor. Afirmația că electricitatea nucleară este „prea ieftină ca să fie contorizată” nu este una apocrifă: ea aparține lui Lewis L. Strauss, preşedinte al Comisiei pentru Energie Atomică a Statelor Unite, care a declarat acest lucru în fața Asociației Naționale a Scriitorilor de Ştiință, la New York, în septembrie 1954. Şi afirmațiile îndrăznețe aveau să

continue. În 1971, Glenn Seaborg, laureat Nobel şi preşedinte în acea vreme al Comisiei pentru Energie Atomică, a prezis că, până în 2000, reactoarele nucleare vor genera aproape toată energia electrică a lumii. Seaborg şi-a imaginat existența unor uriaşe „nuplexe” de coastă, care să desalinizeze apa de mare, sateliți geostaționari acționați de reactoare nucleare pentru transmisiunile TV, petroliere cu propulsie nucleară şi explozivi nucleari care să modifice cursul râurilor şi să dezgroape oraşe subterane. Între timp, propulsia nucleară îi va transporta pe oameni pe Marte.

Dar proiectul de generare a energiei electrice prin fisiune a fost oprit în anii 1980, întrucât cererea de energie electrică în țările bogate a scăzut şi problemele cu centralele nucleare s-au înmulțit. În plus, trei avarii au stârnit îngrijorare: accidentele de la Three Mile Island din Pennsylvania, în 1979, de la Cernobâl din Ucraina, în 1986, şi de la Fukushima din Japonia, în 2011, au oferit motive suplimentare celor care se opun cu orice chip fisiunii.

Între timp, construcția centralelor nucleare a devenit tot mai scumpă şi avem de-a face cu o incapacitate frustrantă de a găsi o modalitate acceptabilă de stocare permanentă a combustibilului nuclear uzat (în prezent, este stocat temporar în containere, în amplasamentul centralei electrice). Totodată, nu s-au făcut prea mari progrese în privința trecerii la reactoare mai sigure şi mai puțin costisitoare decât modelele dominante de reactoare cu apă sub presiune, care sunt, în esență, bazate pe versiunile eşuate ale modelelor de submarine ale Marinei SUA din anii 1950.

Prin urmare, publicul occidental este în continuare sceptic, companiile producătoare de energie electrică sunt prudente, Germania şi Suedia sunt pe cale să închidă această întreagă

industrie şi chiar Franța intenționează să-i diminueze capacitatea. Reactoarele care sunt acum în construcție la nivel mondial nu vor putea suplini capacitatea care se va pierde odată cu scoaterea din funcțiune în următorii ani a reactoarelor învechite.

Singurele economii de top care au planuri majore de expansiune sunt cele din Asia, în fruntea lor situându-se China şi India, dar nici ele nu pot face prea multe pentru a inversa reducerea ponderii pe care energia nucleară o are în raport cu producția de electricitate la nivel mondial. Această pondere a atins nivelul maxim, de aproape 18% în 1996, a scăzut la 10% în 2018 şi, potrivit Agenției Internaționale pentru Energie, va ajunge la 12% până în 2040.

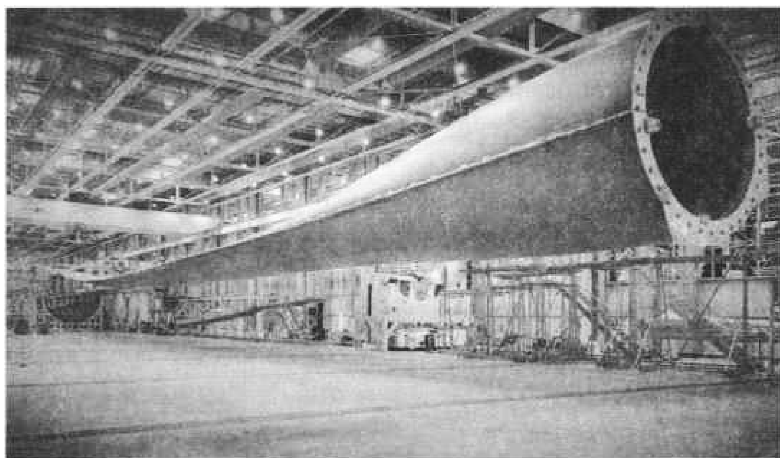
Sunt multe lucruri pe care le-am putea face pentru a genera o pondere semnificativă de electricitate obținută prin fisiunea nucleară şi a limita astfel emisiile de carbon – mai presus de toate, am putea folosi modele îmbunătățite de reactoare şi am putea acționa cu hotărâre în privința depozitării deşeurilor. Dar, pentru asta, avem nevoie de o analiză imparțială a faptelor şi o abordare cu adevărat pe termen lung a politicii energetice globale. Iar eu nu văd niciun semn real în niciuna dintre direcții.

De ce avem nevoie de combustibili fosili pentru a obține electricitate

Turbinele eoliene sunt cele mai vizibile simboluri ale încercării de a descoperi o variantă de energie electrică regenerabilă. Cu toate acestea, deşi exploatează vântul, care este o sursă complet gratuită şi ecologică, dispozitivele în sine sunt o întruchipare pură a combustibililor fosili.

Camioanele mari aduc oțel şi alte materii prime la fața locului, buldozerele care mută pământul din loc croiesc drum pe terenuri înalte, altfel inaccesibile, macaralele uriaşe înalță structurile – şi toate aceste maşinării consumă combustibil diesel. La fel şi trenurile şi navele de marfă care transportă materialele necesare producției de ciment, oțel şi materiale plastice. Pentru o turbină de 5 megawați, doar oțelul folosit pentru fundațiile din beton armat cântăreşte, în medie, 150 de tone, butucii rotoarelor şi nacelele (care găzduiesc cutia de viteze şi generatorul), alte 250 de tone, iar turnurile, 500 de tone.

Dacă energia electrică eoliană ar furniza 25% din cererea globală până în 2030, atunci, chiar şi la un factor de capacitate cu o medie ridicată, de 35%, pentru cei 2,5 de terawați ai puterii eoliene a agregatului instalat ar fi nevoie de aproximativ 450 de milioane de tone de oțel. Şi asta fără a lua în calcul metalul pentru turnurile, cablurile şi transformatoarele noilor legături de transmisie de înaltă tensiune necesare conectării ansamblului la rețea.



Pală de plastic a unei turbine eoliene moderne: greu de fabricat, şi mai greu de transportat, dar mai ales de reciclat

Pentru producția de oțel e nevoie de o cantitate foarte mare de energie. Minereul de fier sinterizat sau peletat este topit în furnale încinse, şarjat cu cocs din cărbune şi infuzat cu cărbune praf şi gaze naturale. Fierul brut (fierul fabricat în furnale) este decarbonizat în cuptoare cu convertizoare cu oxigen. Apoi, oțelul trece printr-un proces neîntrerupt de turnare (care transformă oțelul topit în forma brută a produsului final). Oțelul utilizat în construcția turbinelor reprezintă în jur de 35 de gigajouli pe tonă.

Pentru a produce oțelul necesar pentru turbinele eoliene care ar putea deveni funcționale până în 2030, va fi nevoie de peste 600 de milioane de tone de cărbune.

O turbină de 5 megawați are trei pale lungi de circa 60 de metri, fiecare dintre ele cântărind în jur de 15 tone. Acestea au miezuri uşoare, din balsa sau spumă, şi laminări exterioare realizate în principal din răşini epoxidice sau poliesterice, armate cu fibră de sticlă. Sticla este fabricată prin topirea dioxidului de

siliciu şi a altor oxizi minerali în furnale alimentate cu gaze naturale. Răşinile provin din etilenă derivată din hidrocarburi uşoare, care sunt, cel mai frecvent, rezultate din cracarea naftei, gaz petrolier lichefiat sau etan extras din gazele naturale.

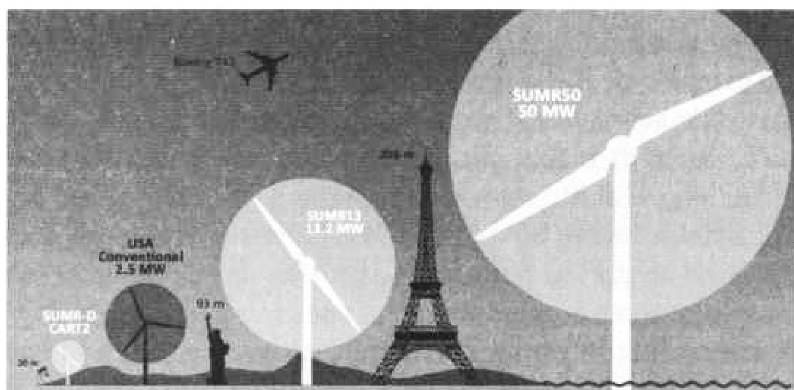
Pentru compozitul final, ranforsat cu fibră, se va consuma o cantitate de energie de 170 de gigajouli pe tonă. Prin urmare, pentru a obține 2,5 terawați de energie eoliană până în 2030, avem nevoie de o masă a rotorului agregatului de aproximativ 23 de milioane de tone, care încorporează echivalentul a aproximativ 90 de milioane de tone de țiței. Şi, după ce toate sunt frumos asamblate, întreaga structură trebuie impermeabilizată cu răşini, a căror sinteză se face pe bază de etilenă. Un alt produs petrolier necesar este lubrifiantul pentru cutiile de viteze ale turbinei, care trebuie schimbat periodic pe toată durata de viață de două decenii a dispozitivului. Fără îndoială, în mai puțin de un an, o turbină eoliană bine amplasată şi bine construită va genera o cantitate egală de energie cu cea folosită în construcția sa. Însă ea va fi în întregime sub formă de energie intermitentă, atât timp cât producția, instalarea şi întreținerea ei rămân în mod critic dependente de energiile fosile specifice. În plus, pentru majoritatea acestor energii – cocsul pentru topirea minereului de fier, cocsul de cărbune sau petrol pentru alimentarea cuptoarelor de ciment, nafta şi gazul natural, ca materie primă şi combustibil pentru sinteza materialelor plastice şi fabricarea fibrei de sticlă, combustibilul diesel pentru nave, camioane şi utilaje pentru construcții, lubrifianții pentru cutiile de viteze –, nu avem înlocuitori care să nu fie de origine fosilă, disponibili pe scară comercială largă.

Pentru mult timp de acum încolo – până când toate energiile utilizate pentru producția celulelor fotovoltaice sau a turbinelor

eoliene vor proveni din surse regenerabile –, civilizația modernă va rămâne fundamental dependentă de combustibilii fosili.

Cât de mare poate fi o turbină eoliană?

Fără discuție că dimensiunea turbinelor eoliene a crescut în ultimul timp. În 1981, când firma daneză Vestas lansa această modă a gigantismului, dispozitivele sale cu trei pale erau capabile să genereze doar 55 de kilowați. În 1995, această cifră a crescut la 500 de kilowați, a atins 2 megawați în 1999 şi, în prezent, 5,6 megawați. În 2021, MHI Vestas Offshore Wind’s V164 va avea o înălțime de 105 metri la butuc, va învârti pale de 80 de metri şi va genera până la 10 megawați, devenind astfel prima turbină disponibilă comercial capabilă să producă o cantitate de energie formată din două cifre. Nu trebuie să uităm nici de GE Renewable Energy, care va lansa tot în 2021 o turbină de 12 megawați, cu un turn de 260 de metri şi pale de 107 metri.



Comparație între înălțimea şi dimensiunea palelor turbinelor eoliene

Evident că, în cazurile acestea, s-a forțat nota, deşi trebuie remarcat că au fost luate în calcul modele şi mai mari. În 2011, proiectul Upwind a lansat un aşa-numit „premodel" al unei turbine maritime de 20 de megawați, cu un diametru al rotorului de 252 de metri (de trei ori anvergura aripilor unui Airbus A380) şi cu un diametru al butucului de 6 metri. Până în prezent, limita celor mai mari modele conceptuale se situează la 50 de megawați, cu o înălțime de peste 300 de metri şi pale de 200 de metri, capabile să se curbeze (ca frunzele de palmier) în fața unor vânturi furioase.

A presupune, aşa cum a afirmat un susținător entuziast, că ridicarea unei astfel de structuri nu va pune probleme tehnice fundamentale, întrucât nu va fi mai înaltă decât Turnul Eiffel, construit în urmă cu peste 130 de ani, este o comparație nepotrivită. Dacă înălțimea construibilă a unui artefact ar fi factorul determinant în proiectarea turbinelor eoliene, atunci ne-am putea referi la Burj Khalifa din Dubai, un zgârie-nori care a depăşit 800 de metri în 2010, sau la Turnul Jeddah, care va ajunge la 1.000 de metri în 2021. Construirea unui turn înalt nu este o mare problemă, însă cu totul altceva este proiectarea unui astfel de turn, capabil să susțină o nacelă masivă şi pale rotative şi să asigure funcționarea în siguranță a ansamblului timp de mai mulți ani la rând.

Turbinele de dimensiuni mai mari se confruntă cu efectele inevitabile ale scalării. Puterea turbinei creşte odată cu pătratul razei trasate de palele sale: o turbină cu o dimensiune dublă a palelor este, teoretic, de patru ori mai puternică. Dar extinderea suprafeței învârtite de rotor pune o presiune mai mare asupra întregului ansamblu şi, întrucât (la prima vedere) masa palei va

ridica la puterea a treia lungimea palei, modelele mai mari vor fi extraordinar de grele. În realitate, proiectele care utilizează materiale sintetice uşoare şi balsa pot menține exponentul real până la maximum 2,3.

Chiar şi aşa, masa (şi, prin urmare, costurile) se adună. Fiecare dintre cele trei pale ale turbinei de 10 megawați Vestas va cântări 35 de tone, iar nacela va ajunge la aproape 400 de tone (ca şi cum ar trebui să ridici şase tancuri de luptă Abrams la câteva sute de metri înălțime). Proiectul record al celor de la GE va avea pale de 55 de tone, o nacelă de 600 de tone şi un turn de 2.550 de tone. Doar transportul unor pale atât de lungi şi de masive este o provocare neobişnuită, deşi poate fi uşurat prin utilizarea unui model segmentat.

Explorarea limitelor probabile ale capacității comerciale este mai utilă decât prognozarea limitelor maxime ale anumitor date. Puterea disponibilă a unei turbine eoliene este egală cu jumătate din densitatea aerului (care este de 1,23 kilograme pe metru cub), înmulțit cu aria rotită de pale (n înmulțit cu pătratul razei), înmulțit cu viteza vântului la puterea a treia. Presupunând o viteză a vântului de 12 metri pe secundă şi un coeficient de conversie a energiei de 0,4, atunci o turbină de 100 de megawați va avea nevoie de rotoare cu diametrul de aproape 550 de metri.

Pentru a prezice când vom reuşi să creăm o asemenea maşinărie, trebuie să răspundem la întrebarea următoare: când vom fi capabili să producem pale din compoziți plastici şi balsa de 275 de metri lungime, să le transportăm şi să le cuplăm la nacelele suspendate la 300 de metri deasupra solului, asigurându-le supraviețuirea în fața vânturilor ciclonice şi garantând fiabilitatea funcționării lor pentru cel puțin 15 – 20 de ani. Nu prea curând.

Ascensiunea lentă a fotovoltaicelor în martie 1958 a fost

În martie 1958 a fost lansată de la Cape Canaveral o rachetă care purta satelitul Vanguard 1: o sferă mică din aluminiu, de 1,46 kilograme, prima care a folosit pe orbita sa celule fotovoltaice (FV).

Ca măsură de siguranță, unul dintre cele două emițătoare ale satelitului era alimentat de la bateriile cu mercur, dar acestea s-au defectat după doar trei luni. Datorită efectului fotoelectric, cele şase celule mici de siliciu monocristalin – care absorbeau lumina (fotonii) la nivel atomic şi eliberau electroni – puteau furniza o cantitate totală de doar 1 watt, continuând să alimenteze un transmițător baliză până în mai 1964.

Acest lucru a fost posibil pentru că, în programul spațial, costurile nu erau o problemă. La mijlocul anilor 1950, celulele fotovoltaice costau aproximativ 300 de dolari per watt. Costul a scăzut la circa 80 de dolari per watt la jumătatea anilor 1970, apoi, succesiv, la 10 dolari per watt spre sfârşitul anilor 1980, la 1 dolar per watt în 2011, pentru ca, la finalul lui 2019, celulele FV să se vândă la doar 8 – 12 cenți per watt, anticipându-se o scădere şi mai mare a prețurilor (desigur, costul instalării panourilor fotovoltaice şi a echipamentelor suplimentare necesare generării de electricitate este substanțial mai mare, în funcție de amploarea proiectului, care variază în prezent de la instalații mici de acoperiş până la câmpuri solare de mari dimensiuni în deşert).

Este o veste bună, pentru că celulele fotovoltaice au o densitate de putere mai mare decât orice altă formă de conversie a energiei regenerabile. Chiar şi ca medie anuală, acestea ajung deja la 10 waţi pe metru pătrat în locurile însorite, cu peste un ordin de mărime mai mare decât performanţa biocombustibililor. Şi, printr-o creştere a eficienţei conversiei şi o monitorizare îmbunătăţită, ar trebui să putem obţine o creştere cu 20-40% a factorilor de capacitate anuali.

Dar a durat destul de mult până am ajuns în acest punct. Edmond Becquerel a descris pentru prima dată efectul fotovoltaic într-o soluţie, în 1839, iar William Adams şi Richard Day l-au descoperit în seleniu, în 1876. Oportunităţile comerciale s-au ivit doar după inventarea de către Laboratoarele Bell Telephone a celulei de siliciu, în 1954. Chiar şi atunci, costul per watt a rămas în jur de 300 de dolari (peste 2 300 de dolari la valoarea din 2020) şi, cu excepţia câtorva jucării, FV nu au avut o aplicaţie practică.

Hans Ziegler, inginer electronist în cadrul armatei SUA, a fost cel care a ignorat decizia Marinei Statelor Unite de a folosi doar baterii pentru Vanguard. În anii 1960, celulele FV au facilitat alimentarea cu energie a unor sateliţi mult mai mari, care au revoluţionat telecomunicaţiile, spionajul aerian, prognozele meteorologice şi monitorizarea ecosistemelor. Pe măsură ce costurile s-au redus, numărul aplicaţiilor a crescut, iar celulele FV au început să fie folosite pentru alimentarea farurilor portuare, a instalaţiilor maritime de extracţie a petrolului şi gazelor şi pentru punctele de trecere de cale ferată.



Vedere aeriană a Uzinei Electrice Ouarzazate Noor din Maroc. La 510 MW, este cea mai mare instalație fotovoltaică din lume

Mi-am cumpărat primul calculator ştiințific solar – TI35 Galaxy Solar, produs de Texas Instruments – în momentul când a apărut pe piață, în 1985. Cele patru celule ale sale (fiecare de aproximativ 170 de milimetri pătrați) sunt încă funcționale, după peste 30 de ani.

Dar producția serioasă de energie electrică fotovoltaică a trebuit să aştepte o scădere şi mai mare a prețului modulelor. Până în anul 2000, FV furnizau mai puțin de 0,01% din producția mondială de energie; un deceniu mai târziu, ponderea a crescut cu un ordin de mărime şi a ajuns la 0,16%, iar în 2018 se afla la 2,2%, în continuare o cotă scăzută în comparație cu electricitatea produsă la nivel mondial de hidrocentrale (aproximativ 16%, în 2018). În unele regiuni însorite, energia generată solar reprezintă o schimbare importantă, dar, în termeni globali, încă are mult de recuperat față de tehnologia rivală, care foloseşte căderea apei.

Nici măcar conform celei mai optimiste prognoze – a Agenției Internaționale pentru Energie Regenerabilă – nu se anticipează o reducere a decalajului până în 2030. Însă celulele fotovoltaice ar putea genera, până în 2030,10% din electricitatea mondială. Până atunci, vor fi trecut şapte decenii din momentul în care micuța celulă a Vanguard 1 a început să-şi alimenteze transmițătorul baliză şi aproximativ 150 de ani de la descoperirea efectului fotovoltaic într-un solid. Tranzițiile energetice la scară globală au nevoie de timp.

De ce lumina solară este

în continuare cea mai bună în

În linii mari, putem urmări progresul unei civilizații în funcție de condițiile sale de iluminare – în special, în funcție de puterea, costul şi eficacitatea luminoasă. Acest ultim indicator se referă la capacitatea unei surse de lumină de a produce o reacție

semnificativă la nivelul ochiului, fiind calculat prin împărțirea fluxului luminos total (în lumeni) la puterea nominală (în wați).

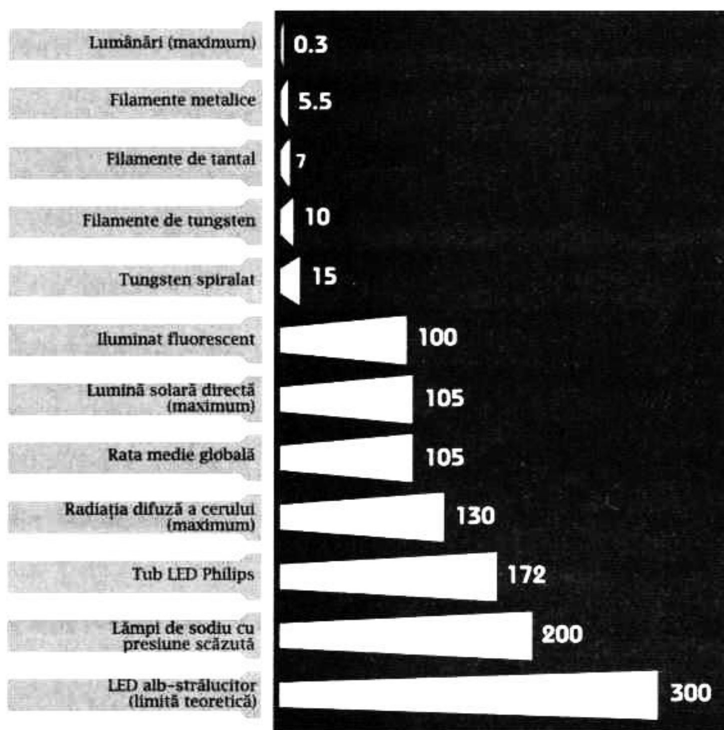
În condiții fotopice (adică sub o lumină strălucitoare, ce permite percepția culorii), eficacitatea luminoasă a luminii vizibile atinge un maximum de 683 de lumeni (lm) /W, pe o lungime de undă de 555 de nanometri. Această valoare se situează în partea verde a spectrului – culoarea care pare, la un anumit nivel de intensitate, cea mai strălucitoare.

Timp de milenii, sursele noastre de lumină artificială au rămas cu trei ordine de mărime în spatele acestui vârf teoretic. Lumânările au o eficacitate luminoasă de doar 0,2 – 0,3 lm/W; lămpile cu gaz de huilă (deseori întâlnite în orașele europene ale veacului al XIX-lea) erau de cinci sau șase ori mai eficiente, iar filamentele de carbon ale primelor becuri ale lui Edison nu se descurcau cu mult mai bine decât atât. Eficiența a înregistrat un salt major odată cu filamentele metalice, mai întâi cele de osmiu, în 1898, care au atins 5,5 lm/W, apoi cele de tantal, în 1901, cu 7 lm/W, pentru ca, peste un deceniu, tungstenul, care radia în vid, să obțină 10 lm/W. Introducerea unui filament de tungsten într-un amestec de azot și argon a ridicat eficacitatea lămpilor obișnuite de uz casnic la 12 lm/W, iar spiralarea filamentelor, începând cu 1934, a contribuit la obținerea unei eficiențe de peste 15 lm/W pentru lămpile de 100 de wați, care au fost sursa standard de iluminare puternică pe parcursul primelor două decenii postbelice.

Iluminatul bazat pe principii diferite – lămpi de sodiu și lămpi cu vapori de mercur cu presiune scăzută (lumini fluorescente) – a fost introdus în anii 1930, dar a ajuns să fie utilizat pe scară largă abia prin 1950. În prezent, cele mai bune corpuri de iluminat fluorescente cu balast electronic pot produce

aproximativ 100 lm/W, lămpile de sodiu cu presiuni ridicate pot furniza până la 150 lm/W, iar cele de sodiu cu presiune scăzută pot atinge 200 lm/W. Cu toate astea, corpurile cu presiune scăzută produc doar lumină galbenă monocromatică, pe o lungime de undă de 589 de nanometri, motiv pentru care nu sunt utilizate în locuințe, ci mai degrabă pentru iluminarea stradală.

Lumeni per watt



Cele mai mari speranțe le avem acum de la diodele emițătoare de lumină (LED-uri). Primele au fost inventate în 1962 şi furnizau doar lumină roşie; un deceniu mai târziu, a fost obținută şi culoarea verde, apoi, în anii 1990, albastrul de intensitate

ridicată. Prin acoperirea LED-urilor albastre cu un strat de fosfor fluorescent, inginerii au reuşit să transforme parţial lumina albastră în culori mai calde şi să producă astfel lumină albă, potrivită pentru iluminatul de interior. Limita teoretică pentru LED-urile albe strălucitoare este de aproximativ 300 lui/W, dar corpurile de iluminat disponibile în comerţ mai au mult până să atingă această valoare. Philips vinde LED-uri în Statele Unite – care au un standard de 120 de volți – cu o eficacitate luminoasă de 89 lm/W, pentru becurile albe de 18 waţi şi becurile reglabile (care înlocuiesc luminile incandescente de 100 de waţi). În Europa, unde tensiunea variază între 220 şi 240 de volți, compania comercializează un tub LED de 172 lm/W (care înlocuieşte tuburile fluorescente europene de 1,5 metri lungime).

LED-urile cu eficiență ridicată contribuie deja la o economisire semnificativă a electricității la nivel mondial – de ajutor este şi faptul că pot oferi lumină trei ore pe zi timp de aproximativ 20 de ani, iar dacă le uiți deschise, cu greu vei sesiza diferența pe factura la electricitate. Dar, la fel ca în cazul celorlalte surse artificiale de lumină, ele nu pot încă acoperi spectrul luminii naturale. Becurile incandescente emit prea puţină lumină albastră, iar cele fluorescente, o cantitate infimă de lumină roşie; LED-urile au o intensitate prea redusă în partea roşie a spectrului şi prea ridicată în cea albastră. Nu sunt plăcute ochiului.

Din 1880 încoace, eficiența luminoasă a surselor artificiale a crescut cu două ordine de mărime, dar reproducerea în interior a luminii solare este, deocamdată, peste puterile noastre.

De ce avem nevoie de baterii mai mari

Ne-am putea extinde capacitatea de utilizare a energiei solare şi eoliene cu mult mai mare uşurinţă dacă am avea modalităţi mai bune de stocare a cantităţilor mari de energie electrică necesare acoperirii golurilor din fluxul energiei respective.

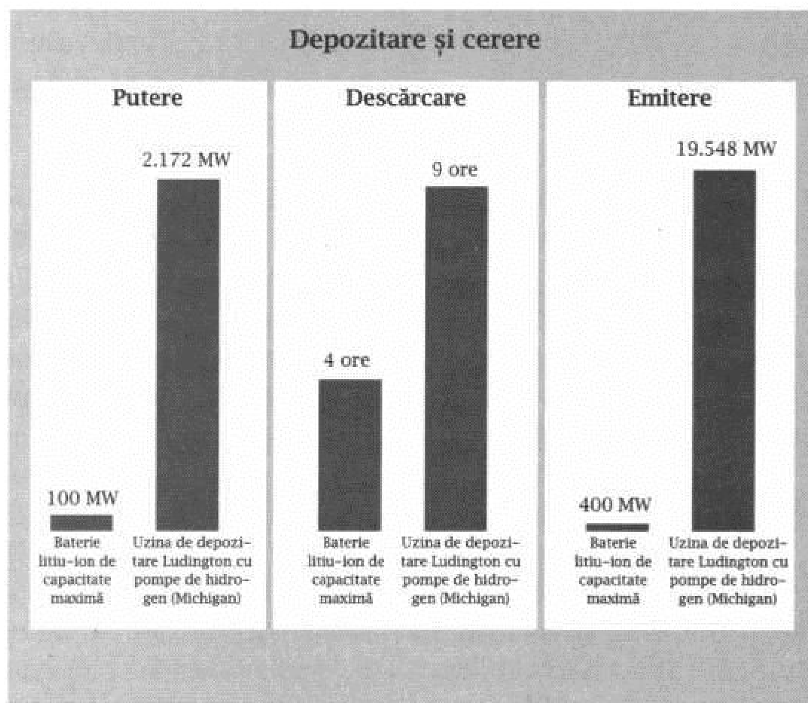
Chiar şi în însoritul Los Angeles, o locuinţă obişnuită, care are pe acoperiş suficiente panouri fotovoltaice încât să-i satisfacă nevoile, s-ar confrunta în continuare cu deficienţe zilnice de consum de până la 80% în ianuarie şi cu un surplus de 65% în luna mai. O astfel de locuinţă poate fi deconectată de la sistemul centralizat doar prin instalarea unui ansamblu voluminos şi costisitor de baterii litiu-ion. Iar o mică reţea naţională – una care gestionează între 10 şi 30 de gigawaţi – s-ar putea baza în totalitate pe surse intermitente doar dacă ar avea un depozit de ordinul gigawaţilor, capabil să funcţioneze ore îndelungate.

Începând din 2007, peste jumătate din omenire locuieşte în mediul urban, iar până în 2050, mai mult de 6,3 miliarde de oameni vor trăi în oraşe, adică două treimi din populaţia globală, cu o rată de ocupare în creştere a megalopolisurilor de peste 10 milioane de locuitori (vezi „Ascensiunea megalopolisurilor”, p. 53). Majoritatea acestor oameni vor locui în clădiri înalte, deci posibilitatea generării locale va fi una limitată, însă ei vor avea nevoie de o sursă continuă de electricitate pentru alimentarea locuinţelor, serviciilor, industriilor şi transportului.

Să zicem că un megalopolis asiatic este lovit de un taifun pentru o zi sau două. Chiar dacă liniile de lungă distanţă vor acoperi mai bine de jumătate din cererea oraşului, tot va fi nevoie de o capacitate de depozitare de mai mulţi gigawaţi-oră pentru a

face față situației până la remedierea producției intermitente de energie (sau orașul va trebui să utilizeze rezerve de combustibil fosil – exact lucrul de care încercăm să ne delimităm).

Bateriile litiu-ion (li-ion) sunt caii de povară ai depozitării, atât în cazul aplicațiilor mobile, cât și al celor staționare. Ele utilizează un compus de litiu pentru electrodul pozitiv și grafit pentru electrodul negativ (bateriile obișnuite cu plumb-acid folosesc pentru electrozi oxid de plumb și plumb). Dar, deși au o densitate energetică mult mai mare decât bateriile cu plumb-acid, bateriile li-ion nu reușesc deocamdată să satisfacă nevoile ample de depozitare energetică pe termen lung. Cel mai mare sistem de stocare, alcătuit din peste 18.000 de baterii li-ion, este construit în prezent în Long Beach de către AES Corp, pentru Southern California Edison. În 2021, după finalizare, va fi capabil să funcționeze la o capacitate de 100 de megawați timp de patru ore. Dar această capacitate de 400 de megawați-oră este totuși cu două ordine de mărime mai mică decât cantitatea de care ar avea nevoie un oraș asiatic mare în cazul în care i s-ar întrerupe accesul la sursa intermitentă de alimentare.



Aşadar trebuie să mărim spaţiul de stocare, dar cum? Bateriile sodiu-sulf au o densitate şi mai mare decât cele li-ion, dar metalul lichid încins nu este cel mai potrivit electrolit. Bateriile cu flux, care stochează energia direct în electrolit, se află deocamdată într-un stadiu incipient de implementare. Iar aerul comprimat şi volanții, eternii favoriți ai presei cotidiene, sunt folosiți doar în câteva zeci de instalații de dimensiuni mici şi medii. Probabil cea mai bună speranță pe termen lung o reprezintă utilizarea electricității solare ieftine pentru descompunerea apei prin electroliză şi folosirea hidrogenului rezultat pe post de combustibil multifuncțional, numai că o astfel de economie bazată pe hidrogen nu este iminentă.

Aşadar, pentru a acționa pe scară mare, trebuie să ne bazăm în continuare pe o tehnologie introdusă în anii 1890: acumularea prin pompare. Trebuie să construim la înălțime un rezervor, să îl conectăm prin conducte la unul situat mai jos şi să folosim electricitate nocturnă, mai ieftină, pentru a pompa în sus apa, capabilă să acționeze turbinele în perioadele în care se înregistrează un maxim al cererii. Acumularea prin pompare este în continuare responsabilă pentru mai mult de 99% din capacitatea de depozitare, dar presupune, inevitabil, pierderi de energie de aproximativ 25%. Multe instalații au capacități pe termen scurt care depăşesc 1 gigawatt – cea mai mare are circa 3 gigawați – şi este nevoie de mai mult de o unitate pentru un megalopolis complet dependent de energia solară şi eoliană.

Însă majoritatea megalopolisurilor nu sunt construite în apropierea povârnişurilor abrupte sau a văilor montane adânci, necesare pentru acumularea prin pompare. Multe – inclusiv Shanghai, Calcutta şi Karachi – sunt situate pe câmpiile de coastă. Ele s-ar putea baza pe acumularea prin pompare doar dacă ar beneficia de o transmisie pe distanțe lungi.

Este evident că au nevoie de o metodă de depozitare mai compactă, mai flexibilă, mai spațioasă şi mai puțin costisitoare. Dar miracolele se lasă aşteptate.

De ce cargoboturile electrice merg greu la apă

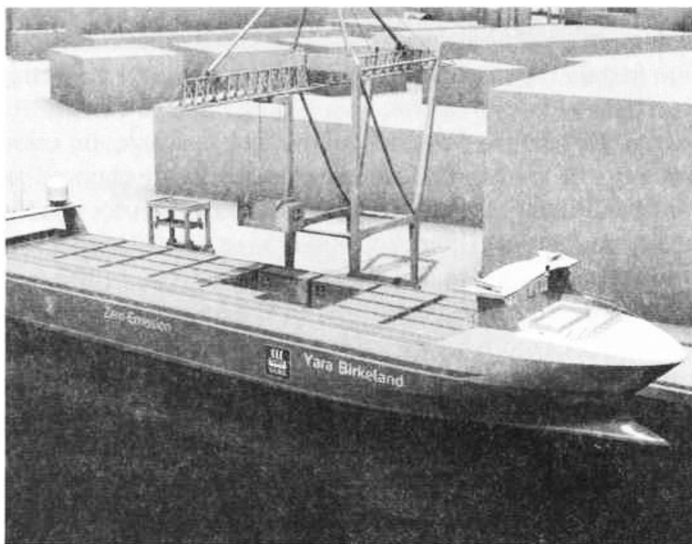
Aproape toate hainele sau uneltele pe care le foloseşti în jurul casei s-au aflat cândva într-o cutie de oţel, pe nişte nave ale căror motoare diesel le-au propulsat din Asia, emiţând particule şi dioxid de carbon. Cu siguranţă, vei spune, că putem găsi o soluţie mai bună.

La urma urmei, avem locomotive electrice de mai bine de un secol şi trenuri electrice de mare viteză de peste cincizeci de ani, iar recent ne-am extins flota globală de automobile electrice. De ce nu am avea şi cargoboturi electrice?

De fapt, primul este programat să devină funcţional în 2020: „Yara Birkeland”, construit de Marin Teknikk în Norvegia, nu doar că este primul cargobot din lume alimentat cu energie electrică, cu emisii zero, ci este şi prima navă comercială autonomă.

Dar să nu ne luăm deocamdată adio de la cargoboturile diesel şi de la rolul esenţial pe care îl au în economia globalizată. Iată un calcul făcut pe genunchi care explică de ce...

Containerele au dimensiuni diferite, însă majoritatea sunt unităţi standard, echivalente cu 20 de picioare (TEU) – prisme dreptunghiulare de 6,1 metri lungime (20 de picioare) şi 2,4 metri lăţime. Cargoboturile mici din anii 1960 transportau câteva sute de TEU-ri; în ziua de astăzi, patru nave lansate în 2019 şi aparţinând MSC Switzerland („Gülsün”, „Samar”, „Leni” şi „Mia”) deţin recordul, cu 23.756 de TEU-ri fiecare. Călătorind foarte încet (16 noduri, pentru a economisi combustibil), aceste nave pot face călătoria de la Hong Kong la Hamburg (prin Canalul Suez) – peste 21.000 de kilometri – în 30 de zile.



Modelul navei Yara Birkeland

Să analizăm acum nava „Yara Birkeland”. Ea va transporta doar 120 de TEU-ri, viteza de serviciu va fi de 6 noduri, iar cea mai lungă operațiune prevăzută va fi de 30 de mile marine – între Heroya şi Larvik, în Norvegia. În prezent, cargoboturile diesel de ultimă generație pot transporta aproape de 200 de ori mai multe containere, pe distanțe de 400 de ori mai mari şi de trei sau de patru ori mai rapid decât o navă electrică de pionierat.

De ce ar fi nevoie pentru construirea unei nave electrice capabile să transporte 18.000 de TEU-ri, cât o încărcătură intercontinentală obişnuită? într-o călătorie de 31 de zile, majoritatea navelor diesel eficiente de astăzi consumă 4.650 de tone de combustibil (ulei rezidual de calitate scăzută sau motorină), fiecare tonă echivalând cu 42 de gigajouli. Asta înseamnă o densitate a energiei de aproape 11.700 de wați-oră pe kilogram, față de cei 300 Wh/kg ai bateriilor litiu-ion din ziua de astăzi – o diferență de aproape 40 de ori mai mare.

Consumul total pentru o călătorie este de aproximativ 195 de terajouli sau 54 de gigawați-oră. Motoarele diesel mari (iar cele instalate pe cargoboturi sunt cele mai mari cu putință) au o eficiență de circa 50%, ceea ce înseamnă că energia utilizată efectiv pentru propulsie reprezintă jumătate din consumul total de combustibil sau aproximativ 27 de gigawați-oră. Pentru a face față acestui consum, motoarele electrice mari care funcționează cu o eficiență de 90% ar avea nevoie de aproximativ 30 de gigawați-oră de electricitate.

Dacă am dota nava cu cele mai bune baterii comerciale li-ion din prezent (300 Wh/kg), pentru a ajunge din Asia în Europa într-o lună, fără oprire, încărcătura lor ar totaliza 100.000 de tone (pentru comparație, bateriile li-ion ale mașinilor electrice cântăresc în jur de 500 de kilograme, adică 0,5 tone). Doar bateriile ar ocupa 40% din capacitatea maximă a cargobotului – o variantă dezastruoasă din punct de vedere financiar, ca să nu mai punem la socoteală dificultățile presupuse de încărcarea lor și manevrarea navei. Și chiar dacă vom reuși să obținem o densitate a bateriilor de 500 Wh/kg mai devreme decât ne așteptăm, o navă de 18.000 de TEU-ri tot va avea nevoie de 60.000 de tone de baterii pentru o călătorie intercontinentală de mare distanță, la o viteză relativ mică.

Concluzia este evidentă. Pentru a obține o navă electrică ale cărei baterii și motoare nu cântăresc mai mult decât combustibilul (aproximativ 5.000 de tone) și motorul diesel (circa 2.000 de tone) cu care sunt dotate cargoboturile din ziua de astăzi, vom avea nevoie de baterii cu o densitate energetică de 10 ori mai mare decât unitățile li-ion din prezent.

Dar aceasta este o sarcină dificilă, fără îndoială: în ultimii 70 de ani, densitatea energetică a celor mai bune baterii comerciale nici măcar nu s-a cvadruplat.

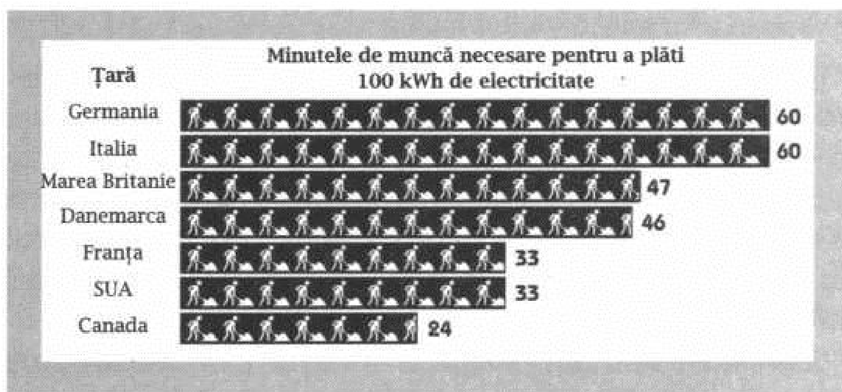
Adevăratul cost al electricității în multe țări bogate, noul

În multe țări bogate, noul secol a produs o schimbare a traiectoriei pe termen lung a costurilor pentru electricitate: nu doar prețul curent a crescut, ci şi cel ajustat la inflație. Chiar şi aşa, electricitatea rămâne un chilipir, deşi, după cum era de aşteptat, un chilipir cu multe particularități naționale, rezultate nu doar din contribuția specifică a diferitelor surse, ci şi din reglementările guvernamentale persistente.

Dacă analizăm din perspectivă istorică, observăm o traiectorie extraordinară a valorii, ceea ce explică omniprezența electricității în lumea modernă. Ajustat la inflație (şi exprimat în valoarea fixă din 2019), în SUA, prețul mediu al energiei electrice pentru clienți casnici a scăzut, începând din 1902 (primul an pentru care avem o medie disponibilă), de la 4,81 dolari pe kilowatt-oră la 30,5 cenți, în 1950, apoi la 12,2 cenți, în 2000, iar, la începutul anului 2019, acesta a fost doar puțin mai mare, ajungând la 12,7 cenți/kwh. Aceasta reprezintă o scădere relativă de peste 97% – sau, altfel spus, în prezent, poți cumpăra de 38 de ori mai multă electricitate decât în 1902. Dar, pe parcursul aceleiaşi perioade, salariile medii din producție (din nou, ajustate la inflație) au crescut de aproape şase ori, ceea ce înseamnă că, în gospodăria unui muncitor, electricitatea este, în momentul de față, de 200 de

ori mai accesibilă decât în urmă cu 120 de ani (costul său efectiv, ajustat la venit, reprezintă mai puțin de 0,5% față de cota din 1902).

Însă noi achiziționăm electricitate pentru a o transforma în lumină, energie cinetică sau căldură, iar progresele intermediare la capitolul eficiență au făcut ca utilizările sale finale să constituie un chilipir şi mai mare, iluminatul oferind cel mai impresionant câştig în această privință. În 1902, un bec cu un filament de tantal producea 7 lumeni per watt; în 2019, un dispozitiv LED reglabil furniza 89 lm/W. Asta înseamnă că un lumen de iluminat electric este, în prezent, de 2.500 de ori mai accesibil pentru gospodăria unor reprezentanți ai clasei muncitoare decât la începutul secolului XX.



Dacă analizăm situația din perspectivă internațională, observăm nişte diferențe surprinzătoare. Dintre țările bogate, SUA au cea mai ieftină electricitate pentru consumatorul casnic, cu excepția Canadei şi Norvegiei, care au venituri ridicate şi cea mai mare pondere a producției de hidroenergie (59%, respectiv 95%). Dacă folosim ratele de schimb predominante, prețul electricității casnice reprezintă aproximativ 55% din media Uniunii Europene,

aproximativ jumătate din cea a Japoniei şi mai puţin de 40% din cea a Germaniei. Convertite la rata de schimb oficială, preţurile energiei electrice în India, Mexic, Turcia şi Africa de Sud sunt mai mici decât în SUA, dar considerabil mai mari dacă utilizăm paritatea puterii de cumpărare: de peste două ori mai mari în India şi de aproape trei ori în Turcia.

Citind rapoartele despre scăderea spectaculoasă a costurilor pentru celulele fotovoltaice (vezi „Ascensiunea lentă a fotovoltaicelor”, p. 148) şi preţurile extrem de competitive ale turbinelor eoliene, un observator naiv ar putea concluziona că ponderea în creştere a noilor surse regenerabile (solară şi eoliană) va conduce la o nouă epocă a scăderii preţurilor la electricitate. Dar. în realitate, este valabil exact contrariul. Înainte de 2000, când ţara s-a angajat în amplul şi costisitorul său program de generare pe scară largă de electricitate regenerabilă *(Energiewende),* preţurile energiei electrice pentru consumatorul casnic din Germania erau mici şi în scădere, ajungând, în anul 2000, la mai puţin de 0,14 euro/kwh.

În 2015, capacitatea solară şi eoliană combinată a Germaniei, de aproape 84 de gigawaţi, depăşea totalul instalat în centralele cu combustibili fosili şi, în martie 2019, peste 20% din totalul energiei electrice provenea din noile surse regenerabile, numai că, în 18 ani, preţurile la electricitate s-au dublat, ajungând până la 0,29 euro/kwh. Cea mai mare economie a UE are, aşadar, cel mai ridicat preţ la electricitate după Danemarca, extrem de dependentă de vânt (în 2018, 41% din producţia sa era de origine eoliană), cu un preţ de 0,31 euro/kwh. Un contrast similar poate fi observat în SUA. în California, cu o pondere în creştere a noilor surse regenerabile, preţurile la electricitate au crescut de cinci ori mai repede decât media naţională şi sunt acum cu aproape 60% mai mari decât aceasta.

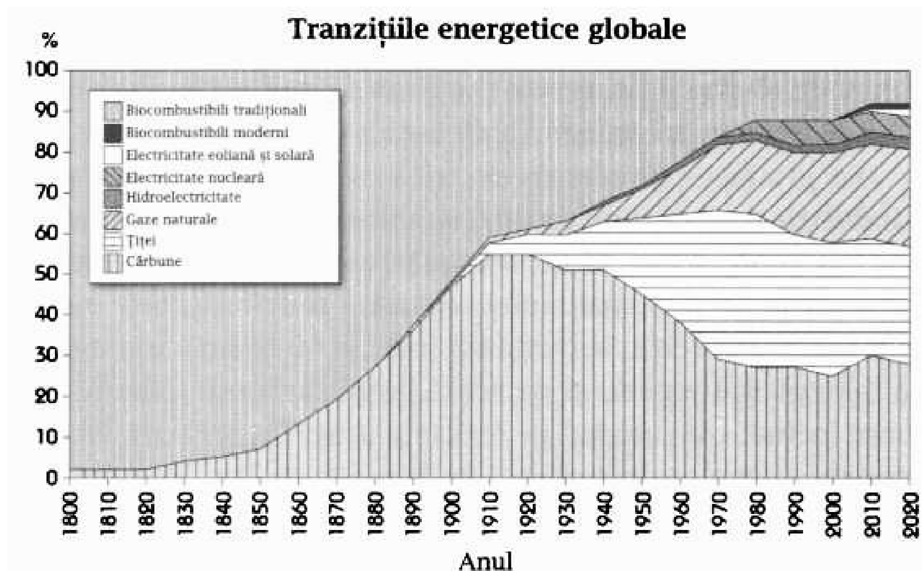
Lentoarea inevitabilă a tranzițiilor energetice

În 1800, doar Marea Britanie şi câteva localităţi din Europa şi nordul Chinei consumau cărbune pentru generarea de căldură – 98% din energia primară a lumii era obținută din combustibili proveniți din biomasă, în principal lemn şi mangal; în regiunile defrişate, energia mai era obținută şi din paie şi balegă uscată. Până în 1900, odată cu extinderea exploatațiilor de cărbune şi începerea producției de petrol şi gaze în America de Nord şi Rusia, biomasa furniza jumătate din energia primară a lumii; până în 1950, ponderea a coborât la 30%, iar la începutul secolului XXI, la 12%, deşi în multe țări subsahariene aceasta rămâne mai mare de 80%. În mod clar, a durat destul de mult pentru a realiza tranziția de la carbonul nou (din țesuturile plantelor) la carbonul vechi (fosil) din cărbune, țiței şi gaze naturale.

Ne aflăm acum în primele etape ale unei tranziții mult mai provocatoare: decarbonizarea producției globale de energie este necesară, pentru a evita cele mai grave consecințe ale încălzirii globale. Contrar unei impresii larg răspândite, această tranziție nu se desfăşoară într-un ritm comparabil cu cel în care au fost adoptate telefoanele mobile. În termeni absoluți, lumea şi-a crescut dependența – nu independența – de carbon (vezi „Provocarea carbonului”, p. 273), iar în termeni relativi, progresul nostru rămâne în continuare de ordinul unităților.

Prima Convenție-cadru a Organizației Națiunilor Unite privind Schimbările Climatice a avut loc în 1992. În acel an, combustibilii

fosili (folosind conversia combustibililor şi a energiei electrice într-un numitor comun preferat de compania BP în raportul său statistic anual) furnizau 86,6% din energia primară a lumii. Până în 2017, aceştia furnizau 85,1%, o reducere de doar 1,5% în 25 de ani.



Acest indicator-cheie al ritmului tranziției energetice globale este, probabil, cel mai convingător semn distinctiv al dependenței fundamentale a lumii de carbonul fosil. Oare o scădere marginală de 1,5% într-un sfert de secol poate conduce în următorii 25 – 30 de ani la înlocuirea a aproximativ 80% din energia primară a lumii cu surse alternative, fără carbon, astfel încât, până în 2050, să eliminăm aproape complet combustibilii pe bază de carbon? Dacă vom continua în acelaşi ritm, nu vom ajunge acolo, iar singurele scenarii plauzibile pentru realizarea acestui lucru sunt fie o prăbuşire a economiei globale, fie adoptarea unor surse noi

de energie într-un ritm şi la o scară ce depăşesc cu mult capacităţile noastre imediate.

Cei care urmăresc frecvent ştirile pot fi induşi în eroare de pretinsele progrese ale producţiei de energie eoliană şi solară, într-adevăr, aceste surse regenerabile au avansat într-un mod constant şi impresionant: în 1992, furnizau doar 0,5% din electricitatea mondială, iar până în 2017, au ajuns la 4,5%. Dar asta înseamnă că, în aceşti 25 de ani, s-a obţinut o decarbonizare mai mare a producţiei de electricitate prin generarea pe scară largă de hidroelectricitate decât graţie instalaţiilor solare şi eoliene. Şi, întrucât doar circa 27% din consumul final de energie este reprezentat de electricitate, aceste progrese se traduc într-o pondere mult mai mică din reducerea globală a emisiei de carbon.

Dar producţia de energie electrică solară şi eoliană este acum o industrie matură, care poate fi suplimentată rapid cu capacităţi noi, crescând ritmul de decarbonizare a alimentării cu energie electrică. În schimb, mai multe sectoare economice cheie depind în mare măsură de combustibilii fosili şi nu avem variante care să înlocuiască repede şi pe scară largă carbonul. Aceste sectoare includ: transportul pe distanţe lungi (în prezent, suntem aproape complet dependenţi de kerosen pentru avioanele de linie şi de motorină, păcură şi gaze naturale lichefiate pentru navele care transportă petrol, containere sau marfă angro); producţia a peste un miliard de tone de fier brut (care are nevoie de cocs din cărbune pentru topirea minereului de fier în furnale) şi a peste 4 miliarde de tone de ciment (fabricat în cuptoare rotative masive, alimentate cu combustibili fosili de calitate scăzută); sinteza a circa 200 de milioane de tone de amoniac şi a aproximativ 300 de milioane de tone de material plastic (bazat pe compuşi derivaţi din gaze naturale şi ţiţei); încălzirea spaţiilor locuite (sector dominat în prezent de gazele naturale).

Aceste realități, mai presus decât orice năzuințe pozitive, trebuie să ghideze procesul nostru de înțelegere a tranzițiilor energetice. Înlocuirea a 10 miliarde de tone de carbon fosil este o provocare fundamental diferită de cea a creşterii vânzărilor la peste un miliard de unități pe an pentru nişte dispozitive electronice portabile de mici dimensiuni; cea din urmă a fost realizată în câțiva ani, în vreme ce prima este o sarcină pentru care este nevoie de mai multe decenii.

Transport.
Cum ne deplasăm

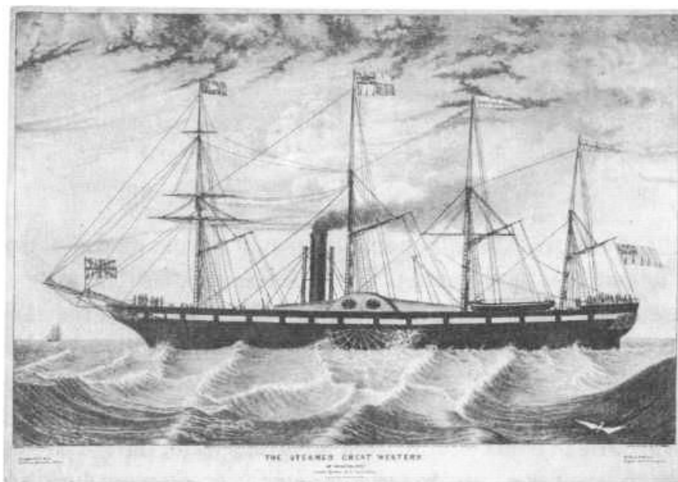
Reducerea călătoriei transatlantice

Multă vreme, corăbiile comerciale au avut nevoie de trei – uneori de patru – săptămâni pentru a traversa Atlanticul spre est; traseul spre vest, împotriva vântului, dura de obicei şase săptămâni. Prima navă cu aburi a reuşit să parcurgă drumul spre răsărit în 1833, când nava cu aburi „Royal William”, construită în Québec, a pornit spre Anglia după ce s-a oprit să alimenteze cu cărbune în Noua Scoție. Abia în aprilie 1838, navele cu aburi s-au aventurat să străbată ruta către vest. Şi acest lucru s-a petrecut într-un mod surprinzător de spectaculos.

Isambard Kingdom Brunei, unul dintre marii ingineri britanici ai secolului al XIX-lea, a construit pentru Great Western Steamship Company nava cu aburi „Great Western”, care trebuia să ajungă de la Bristol la New York. Nava a fost finalizată pe 31 martie 1838, dar un incendiu de la bord a amânat plecarea până pe 8 aprilie.

Între timp, British and American Steam Navigation Company a încercat să fure startul închinând nava cu aburi „Sirius”, un vas mic, propulsat cu o roată cu zbaturi de lemn, construit pentru statul irlandez (pentru traseul Londra-Cork). „Sirius” a plecat din Cobh, Irlanda, pe 4 aprilie 1838, cazanele sale funcționând cu mai puțin de 34 de kilopascal! la o putere maximă a motorului de 370 de kilowați (prin comparație, un Ford Mustang din 2019 este estimat la 342 de kilowați). Cu 460 de tone de cărbune la bord, nava putea străbate circa 5.400 de kilometri (2.912 mile marine) – aproape, dar nu toată distanța până în portul New York.

În schimb, „Great Western” era cea mai mare navă de pasageri din lume, cu 128 de paturi de clasa întâi. Cazanele navei funcționau şi ele la 34 de kilopascali, dar motoarele sale puteau furniza aproximativ 560 de kilowați (cât generatoarele diesel industriale de astăzi), iar în prima sa călătorie transatlantică a înregistrat o medie de 16,04 kilometri pe oră (mai puțin decât campionii la maraton din zilele noastre, care au o medie de peste 21 km/h). În ciuda avansului de patru zile, „Sirius” (cu o medie de 14,87 km/h) a reuşit cu greu să învingă nava mai mare şi mai rapidă, ajungând la New York pe 22 aprilie 1838 – după 18 zile, 14 ore şi 22 de minute.



„Great Western”, construită de Brunel: nava cu motor cu aburi şi roată cu zbaturi de lemn era încă echipată cu pânze

Poveştile ulterioare aveau să romanţeze finalul la mustaţă, susţinând că Sirius a rămas fără cărbune şi a trebuit să pună pe foc mobila şi chiar catargele pentru a ajunge în port. Nu este adevărat, dar s-a văzut nevoită să ardă mai multe butoaie de răşină. A doua zi, după 15 zile şi 12 ore, a sosit şi „Great Western”, care, deşi consumase 655 de tone de cărbune, încă mai avea 200 de tone de rezervă.

Folosirea aburului a înjumătăţit timpul călătoriilor transatlantice, iar recordurile au continuat să cadă. În 1848, nava cu aburi „Europa” a Companiei Cunard a reuşit să traverseze oceanul în 8 zile şi 23 de ore. În 1888, o călătorie dura doar 6 zile; iar în 1907, „Lusitania”, propulsată de o turbină cu aburi, a câştigat Blue Riband (trofeul pentru cea mai rapidă traversare a Atlanticului), cu un timp de 4 zile, 19 ore şi 52 de minute. Deţinătoarea finală a recordului, nava cu aburi „United

States”, a reuşit acest lucru în 3 zile, 10 ore şi 40 de minute, în 1952.

Epoca următoare, în care avioanele comerciale cu motoare cu pistoane traversau oceanul în 14 ore şi ceva, a fost una scurtă, deoarece, în 1958, primul avion comercial american cu turboreactor, Boeing 707, efectua deja zboruri regulate de la Londra la New York în mai puțin de 8 ore (vezi „Când a început era avioanelor cu reacție?”, p. 187). Viteza de croazieră nu s-a schimbat prea mult: Boeing 787 Dreamliner călătoreşte cu 913 km/h, iar zborurile de la Londra la New York durează încă în jur de 7,5 ore.

Scumpul, zgomotosul şi ghinionistul avion supersonic Concorde reuşea să străbată distanța în 3,5 ore, dar zborul său a fost întrerupt definitiv. Mai multe companii dezvoltă acum avioane de transport supersonice, iar Airbus a brevetat un concept hipersonic, cu o viteză de croazieră de 4,5 ori mai mare decât cea a sunetului. Un astfel de avion ar putea ajunge pe Aeroportul Internațional JFK la doar o oră după decolarea sa de pe Heathrow.

Dar oare chiar avem nevoie de o asemenea viteză, la un cost energetic mult mai mare? Comparativ cu recordul obținut de „Sirius” în 1838, am redus timpul de traversare cu peste 98%. Intervalul petrecut în zbor este numai bun pentru lectura unui roman voluminos – sau poate chiar a acestei cărți.

Motoarele sunt mai vechi decât bicicletele!

Unele progrese tehnice sunt amânate fie de eşecul imaginației, fie de înlănțuirea unor împrejurări potrivnice. Nu am un exemplu mai bun pentru ambele situații decât cel al bicicletei.

Acum mai bine de două secole, în Mannheim, pe 12 iunie 1817, pădurarul Karl Drais din marele ducat german Baden a făcut prima demonstrație cu *Laufmaschine* („maşinărie pentru alergat"), cunoscută ulterior sub numele de „drezină" sau căluț de lemn. Cu o şa în mijloc, ghidon pentru roata din față şi roți de dimensiuni egale, este arhetipul tuturor vehiculelor ulterioare care necesită o echilibrare constantă. Numai că ea nu era propulsată cu ajutorul pedalelor, ci împingând cu picioarele în pământ, la fel ca Fred Flintstone.

Drais a reuşit să străbată cu bicicleta sa din lemn dur 16 kilometri în mai puțin de o oră, mai repede decât o trăsură cu cai obişnuită. Dar este evident, cel puțin astăzi, că modelul său era stângaci şi că nu existau la acea vreme destule drumuri pentru vehicule. De ce după 1820, pe parcursul unor decenii pline de invenții în domeniul locomotivelor, vapoarelor cu aburi şi al tehnicilor de producție, nu s-a înregistrat niciun progres în privința acestui mijloc de propulsie cum este bicicleta, capabil să devină un dispozitiv practic, la îndemâna oricui, chiar şi a unui copil?

Câteva răspunsuri sunt evidente. Bicicletele din lemn erau grele şi greoaie, iar piesele ieftine din oțel (cadru, jante, spițe) necesare proiectării unui dispozitiv fiabil nu erau încă disponibile. Drumurile nepavate incomodau călătoriile. Anvelopele pneumatice au fost inventate abia la sfârşitul anilor 1880 (vezi capitolul următor). Şi a fost nevoie mai întâi de o creştere a veniturilor în mediul urban pentru adoptarea pe scară largă a unui dispozitiv care este, în esență, unul de agrement.



Bicicleta Rover a lui John Kemp Stanley

Abia în 1866, Pierre Lallement a obținut brevetul de invenție american pentru biciclul său propulsat cu ajutorul unor pedale atașate de roata din față de dimensiuni puțin mai mari. Iar începând din 1868, Pierre Michaux a popularizat în Franța modelul său de *vélocipède.* Însă Michaudine nu a devenit precursoarea bicicletelor moderne; a fost doar o noutate efemeră. Anii 1870 și 1880 au fost în întregime dominați de bicicletele cu roți mari (cunoscute și sub numele de biciclete „obișnuite” sau velocipede), cu pedalele atașate direct la axul roților din față, cu diamètre de până la 1,5 metri, pentru a acoperi o distanță cât mai mare prin rotația pedalelor. Aceste dispozitive greoaie puteau fi rapide, dar erau, totodată, dificil de încălecat și de manevrat; pentru utilizarea lor era nevoie de dexteritate, rezistență fizică și toleranță la căderile periculoase.

Abia în 1885, doi inventatori britanici, John Kemp Starley și William Sutton, au început să comercializeze bicicletele lor sigure Rover, cu roți de dimensiuni egale, ghidonare directă, transmisie

prin lanț şi pinion şi cadru de oțel tubular. Deşi nu dobândise încă forma clasică, era un model de bicicletă cu adevărat modern, pregătit pentru adoptarea pe scară largă. Tendința s-a accelerat odată cu inventarea, în 1888, de către John Dunlop a anvelopelor pneumatice.

Aşadar, un dispozitiv simplu, de echilibrare, format din două roți de dimensiuni egale, un cadru metalic simplu şi un lanț de transmisie scurt, a fost inventat la mai bine de un secol *după* ce Watt şi-a perfecționat motoarele cu aburi (1765), la peste o jumătate de veac *după* inventarea locomotivelor (1829), mult mai complexe din punct de vedere mecanic, la câțiva ani *după* prima producție comercială de electricitate (1882), dar *concomitent* cu primele modele de automobile. Primele motoare cu ardere internă uşoare au fost montate pe vehicule cu trei sau patru roți în 1886 de Karl Benz, Gottlieb Daimler şi Wilhelm Maybach.

Şi, deşi automobilele s-au schimbat enorm între 1886 şi 1976, designul bicicletelor a rămas remarcabil de conservator. Primul model de mountain bike a fost construit abia în 1977. Şi doar în anii 1980 au fost adoptate pe scară largă tehnologii inedite, precum aliajele scumpe, materialele compozite, cadrele cu aspect ciudat, roțile solide sau ghidoanele răsucite.

Surprinzătoarea istorie a anvelopelor gonflabile

Invențiile celebre sunt puține şi, în general, poartă numele unei persoane sau al unei instituții. Becul lui Edison şi tranzistorul Laboratoarelor Bell sunt, probabil, cele mai notabile exemple din această categorie foarte mică, deşi Edison nu a inventat becul (ci doar versiunea sa mai trainică), iar Laboratoarele Bell doar au reinventat tranzistorul (dispozitivul în stare solidă a fost brevetat în 1925 de Julius Edgar Lilienfeld).

La celălalt capăt al spectrului recunoaşterii meritelor se află categoria mult mai extinsă a invențiilor epocale de origine obscură. În acest caz, cel mai bun exemplu este cel al anvelopelor gonflabile, inventate de un oarecare John Boyd Dunlop, un scoțian care locuia în Irlanda. Brevetul său britanic datează de peste 130 de ani, din 7 decembrie 1888.

Înainte de Dunlop, cea mai bună variantă erau anvelopele din cauciuc solid, disponibile din momentul în care procesul de vulcanizare al lui Charles Goodyear (încălzirea cauciucului cu sulf pentru a-i creşte elasticitatea, brevetată în 1844) a făcut posibilă producerea unui tip rezistent de cauciuc. Deşi astfel de anvelope erau un progres important față de roțile din lemn solid sau cele cu spițe şi jante de fier, totuşi, călătoria cu ele era destul de inconfortabilă.

Dunlop şi-a conceput prototipul în 1887, pentru a diminua zdruncinăturile tricicletei fiului său. Era un produs primitiv – pur şi simplu, o cameră umflată, legată la gură, căptuşită cu pânză şi bătută în cuie de roțile din lemn masiv ale tricicletei.

O versiune îmbunătățită şi-a găsit imediat o utilitate în rândul numărului tot mai mare de biciclişti entuziaşti şi, pentru fabricarea anvelopelor, au fost puse bazele unei companii. Cu toate acestea, la fel ca în cazul multor altor invenții, brevetul lui Dunlop a fost în cele din urmă invalidat, deoarece s-a dovedit că

un alt scoțian, Robert William Thomson, brevetase anterior ideea, chiar dacă nu crease niciodată un produs practic.



John Boyd Dunlop folosindu-se de invenția sa

Cu toate acestea, invenția lui Dunlop a stimulat dezvoltarea unor anvelope mai mari pentru recent inventatul automobil, în 1885, primul Patent Motorwagen cu trei roți al lui Karl Benz folosea anvelope din cauciuc solid. Şase ani mai târziu, frații Michelin, André şi Édouard, au introdus pe biciclete versiunea lor de anvelope detaşabile din cauciuc, iar în 1895 vehiculul cu două locuri *L'Éclair* a devenit primul automobil cu pneuri gonflabile din cauciuc ce a participat la cursa de aproape 1.200 de kilometri Paris-Bordeaux-Paris. Întrucât anvelopele sale trebuiau schimbate la fiecare 150 de kilometri, *L'Éclaira* terminat pe locul nouă.

A fost un impediment temporar. Vânzările au fost bune şi Bibendum, omulețul din anvelope umflate, a devenit în 1898

simbolul Michelin. Un an mai târziu, anvelopele companiei au fost folosite de *La Jamais Contente* („Veşnica nemulțumită”), o maşină electrică belgiană care depăşea 100 de kilometri pe oră. În 1913, Michelin a introdus roata de oțel detaşabilă şi, astfel, confortul de a avea în portbagaj o roată de rezervă, un echipament care a rezistat până în prezent.

John Dunlop a intrat în cele din urmă în Galeria de Onoare Automobilistică în 2005, iar marca Dunlop există în continuare, fiind deținută în prezent de Goodyear Fire and Rubber Company, al treilea cel mai mare producător de anvelope din lume. Firma Bridgestone din Japonia este liderul clasamentului, secondată imediat de Michelin, un exemplu rar de companie care a rămas în topul industriei sale vreme de mai bine de un secol.

Anvelopele sunt produse definitorii pentru era industrială – grele, voluminoase, poluante şi, în continuare, extrem de dificil de aruncat, dar chiar şi în era informației avem nevoie de ele într-un număr tot mai mare. Fabricile de anvelope trebuie să facă față cererii globale pentru aproape 100 de milioane de autovehicule noi în fiecare an şi pentru înlocuirea flotei mondiale de peste 1,2 miliarde de maşini.

Dunlop ar fi uimit de ceea ce a declanşat. N-are rost să mai vorbim acum despre mult trâmbițata dematerializare a lumii noastre pe care inteligența artificială se presupune că a început-o deja.

Când a început era automobilelor?

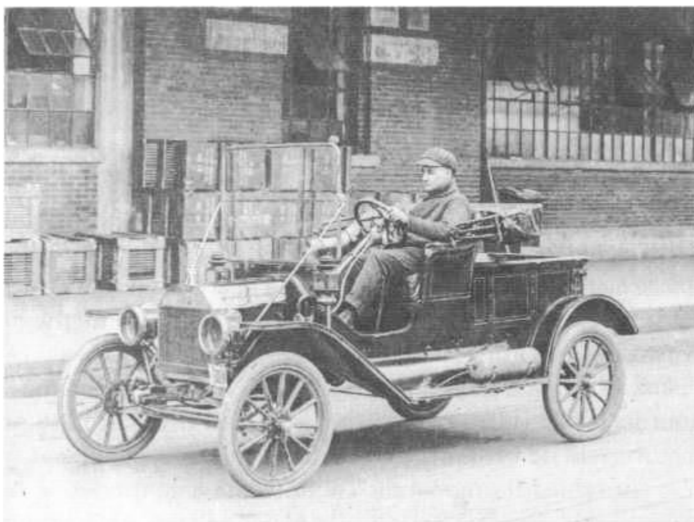
În 1908, Henry Ford lucra în industria auto de mai bine de un deceniu, iar Ford Motor Company, cu o vechime de cinci ani şi deja profitabilă, păşea pe urmele competitorilor, oferindu-şi serviciile persoanelor înstărite. Modelul său K, introdus în 1906, avea un preţ de aproximativ 2.800 de dolari, iar cel mai mic model, N, introdus în acelaşi an, era comercializat cu 500 de dolari, cam cât venitul anual al unei persoane de rând.

Apoi, pe 12 august 1908, a început era automobilelor, fiindcă, în acea zi, la uzina Piquette Avenue din Detroit, a fost asamblat primul Ford Model T. El a fost lansat pe piață pe 1 octombrie.

Ford şi-a afirmat foarte clar obiectivele: „Voi construi o maşină pentru toată lumea. Va fi suficient de încăpătoare pentru o familie, dar suficient de mică pentru a fi condusă şi întreținută de un singur om. Va fi construită din cele mai bune materiale... după cel mai simplu proiect pe care ingineria modernă îl poate crea. Iar prețul ei va fi atât de mic, încât orice om care are un salariu decent şi-o va permite". Şi-a îndeplinit aceste obiective grație viziunii sale şi oamenilor talentați pe care i-a recrutat, în special proiectanții Childe Harold Wills, Joseph A. Galamb, Eugene Farkas, Henry Love, C.J. Smith, Gus Degner şi Peter E. Martin.

Motorul în patru cilindri, răcit cu apă, avea o putere de 15 kilowați (automobilele mici de astăzi sunt, de regulă, de opt ori mai puternice), atingea o viteză maximă de 72 de kilometri pe oră şi avea un preţ mic. Runabout, cel mai popular model, se vindea în 1909 cu 825 de dolari, dar îmbunătățirile continue aduse proiectului şi procesului de fabricație i-au permis lui Ford să scadă prețul, până în 1925, la 260 de dolari. Suma echivala cu salariul pe două luni şi jumătate al unui muncitor de rând. În zilele noastre, în Statele Unite, prețul mediu al unei maşini noi

este de 34.000 de dolari, adică salariul mediu pe aproximativ 10 luni. În Marea Britanie, popularele automobile mici costă înjur de 15.000 de lire sterline (aproximativ 20.000 de dolari).



Ford Model T

Introducerea în 1913 a unei linii mobile de asamblare la fabrica Highland Park din Detroit a produs economii considerabile: până în 1914, fabrica producea deja 1.000 de automobile pe zi. Iar decizia Ford de a achita salarii fără precedent muncitorilor necalificați de pe linia de asamblare a asigurat o producție neîntreruptă. În 1914, plata a fost crescută de mai bine de două ori, ajungând la 5 dolari pe zi, iar ziua de lucru a fost redusă la opt ore.

Rezultatul a fost impresionant. În 1908, Ford Motor Company producea 15% din totalul automobilelor din SUA, 48% în 1914 şi 57% în 1923. Până în mai 1927, când producția ei s-a încheiat, compania a vândut 15 milioane de modele T.

Ford a pus bazele globalizării producţiei, utilizând proceduri standardizate şi răspândind procesul de fabricare auto în întreaga lume. Producţia internaţională a început în Canada şi apoi s-a extins în Marea Britanie, Germania, Franţa, Spania, Belgia şi Norvegia, precum şi în Mexic, Brazilia şi Japonia.

Însă, chiar dacă Ford a mizat mult pe acest automobil, el nu este totuşi cel mai bine vândut din istorie. Supremaţia aparţine „maşinii poporului” din Germania, Volkswagen. La scurt timp după ce a ajuns la putere, Adolf Hitler a decretat ce specificaţii trebuie să aibă, a insistat asupra aspectului său distinctiv, de buburuză, şi i-a ordonat lui Ferdinand Porsche să o proiecteze.

Până să fie gata de producţie, în 1938, Hitler şi-a schimbat planurile, iar fabricarea maşinii nu a început decât în 1945, în zona ocupată de britanici. Producţia germană s-a încheiat în 1977, dar modelul original de VW Broscuţă a continuat să fie fabricat în Brazilia până în 1996 şi în Mexic până în 2003. Ultima maşină, produsă în Puebla, purta numărul 21.529.464.

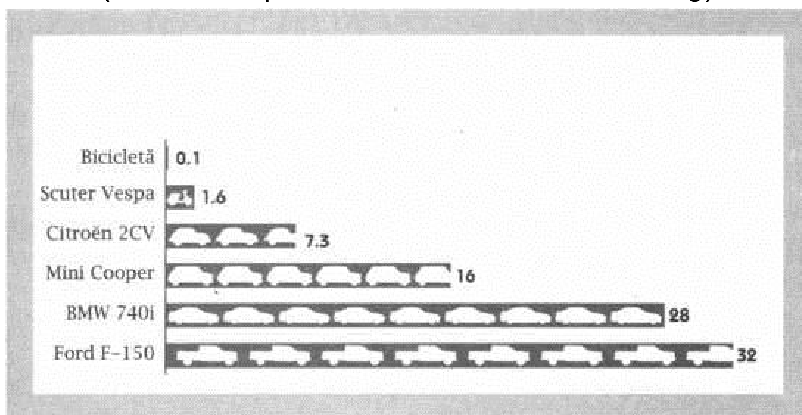
Dar, în multe privinţe, Broscuţa nu a fost decât o emulaţie actualizată a modelului T. Nu există nicio dispută cu privire la cine a produs în masă primul autoturism accesibil.

Automobilele moderne au un raport îngrozitor al greutăţii utile

Cu un secol în urmă, cel mai bine vândut automobil din Statele Unite, Ford Model T, producea câte un watt pentru fiecare 12 grame ale motorului său cu ardere internă. În prezent, motoarele celor mai bine vândute maşini americane produc un watt pentru fiecare gram – un progres de 92%. Aceasta este singura veste bună din capitolul de față.

Şi acum, veştile proaste: datele din SUA arată că, în ultima sută de ani, puterea medie a motorului a crescut de peste 11 ori, ajungând la aproximativ 170 de kilowați. Asta înseamnă că, în ciuda unei scăderi uriaşe a densității dintre masă şi putere, motorul tipic al zilelor noastre nu este cu mult mai uşor decât în urmă cu un secol – şi, în medie, automobilele au devenit mult mai grele: masa lor aproape s-a triplat ajungând la peste 1.800 de kilograme (media pentru toate vehiculele uşoare, dintre care aproape jumătate sunt camionete, SUV-uri şi dubițe).

Raportul greutății utile
(calculat pentru un adult de 70 kg)



Şi, întrucât aproape trei sferturi dintre americanii care fac naveta călătoresc singuri în maşină, rezultă cel mai prost raport posibil între greutatea vehiculului şi cea a pasagerilor.

Acest raport este important. Pentru că, în pofida tuturor discuțiilor din industria auto despre „reducerea greutății" – folosind aluminiu, magneziu şi chiar polimeri ranforsați cu fibră de carbon –, acest raport limitează în cele din urmă eficiența energetică.

Iată, în ordine crescătoare, câteva raporturi de greutate calculate pentru un pasager de 70 de kilograme:

- 0,1 pentru o bicicletă de 7 kilograme;
- 1,6 pentru un scuter italian Vespa de 110 kilograme;
- cel mult 5 pentru un autobuz modern, doar dacă numărăm pasagerii de pe scaune;
- 7,3 pentru automobilul francez Citroën 2CV *(deux chevaux,* „doi cai") din anii 1950;
- 7,7 pentru Ford Model T, introdus în 1908, şi, de asemenea, pentru trenul de mare viteză *shinkansen* din Japonia, care a început să circule în octombrie 1964 (raportul mic al trenului se datorează atât designului, cât şi ratei ridicate a numărului de călători);
- 12 pentru un automobil Smart, 16 pentru un Mini Cooper, 18 pentru o Honda Civic LX, cum am eu, 20 şi ceva pentru o Toyota Camry;
- 26 pentru un vehicul american de sarcină uşoară din 2013;
- 28 pentru un BMW 7401;
- 31 pentru Ford F-150, cel mai bine vândut automobil american;
- 30 pentru un Cadillac Escalade EXT.

Bineînțeles, se pot obține raporturi spectaculoase asociind maşina potrivită cu şoferul potrivit. Întâlnesc des o femeie cu un Hummer H2, care cântăreşte de cel puțin 50 de ori mai mult decât ea. Este ca şi cum ai încerca să prinzi o muscă cu lopata.

Prin comparație, să ne gândim la ultimul model Boeing, 787 – 10, care stă mai bine la acest capitol decât un Citroën mic. La decolare, greutatea sa maximă este de 254 de tone; cu 330 de pasageri, care cântăresc încă 23 de tone, şi alte 25 de tone de marfă, raportul total al greutății utile este de doar 5,3.

Maşinile au devenit tot mai grele pentru că lumea s-a îmbogățit şi şoferii sunt din ce în ce mai răsfățați. Vehiculele uşoare sunt tot mai mari şi au dotări multiple, inclusiv transmisie automată, aer condiționat, sisteme de divertisment şi comunicații şi un număr tot mai mare de servomotoare care alimentează geamurile, oglinzile şi scaunele reglabile. Iar noile vehicule electrice sau hibrid, încărcate cu baterii, nu pot fi mai uşoare: un Ford Focus complet electric cântăreşte 1,7 tone, Volt de la General Motors are peste 1,7 tone, iar Tesla mai bine de 2,1 tone.

Proiectarea unor modele mai uşoare ar fi de mare ajutor, însă, în mod evident, nimic nu ar putea reduce acest raport la jumătate (sau chiar la o pătrime) decât folosirea aceleiaşi maşini de către doi sau patru oameni. Şi totuşi, în Statele Unite, acest lucru este cel mai greu de aplicat. În 2019, *Starea navetei la serviciu în SUA* raporta că aproape trei sferturi dintre navetişti conduc singuri spre locul de muncă. În Europa, naveta cu maşina este mai puțin răspândită (36% în Marea Britanie) şi chiar şi mai rară în Japonia (doar 14%), dar dimensiunile medii ale maşinilor au crescut atât în UE, cât şi în Japonia.

Aşadar tendința este de a avea motoare, electrice sau nu, din ce în ce mai performante, pe autovehicule grele, folosite într-un mod care produce cel mai prost raport al greutății utile pentru orice mijloc de transport personal mecanizat din istorie.

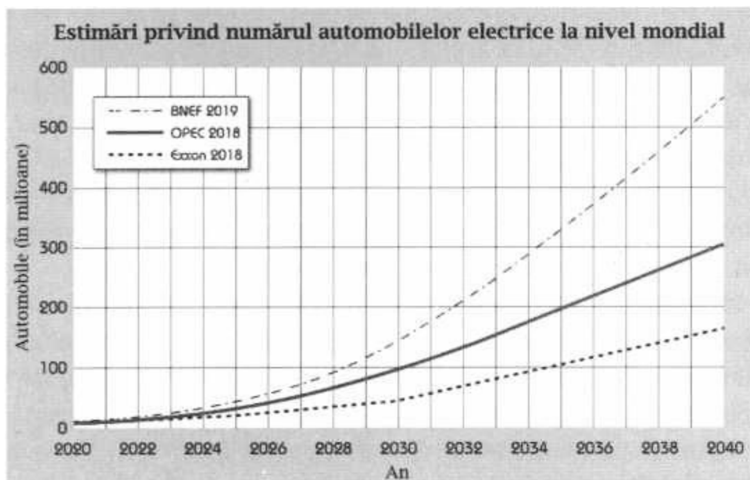
Aceste maşini sunt, potrivit anumitor definiții, inteligente, dar nu şi chibzuite.

De ce maşinile electrice nu sunt aşa grozave cum credem noi (deocamdată)

Permite-mi să încep cu un avertisment: nu promovez vehiculele electrice (VE), dar nici nu le denigrez. Pur şi simplu, observ că argumentele raționale în favoarea acceptării lor au fost subminate de previziunile nerealiste ale pieței şi de neglijarea efectelor ecologice presupuse de producerea şi funcționarea unor astfel de vehicule.

Previziunile nerealiste au fost şi continuă să reprezinte norma. În 2010, Deutsche Bank estima că vehiculele electrice vor ocupa, până în 2020,11% din piața globală – în realitate, ponderea este mai mică de 4%. Şi acest triumf al speranței în detrimentul experienței continuă. Potrivit previziunilor recente pentru anul 2030, maşinile electrice vor reprezenta fie 20% din flota mondială de autoturisme, fie doar 2%. Bloomberg New Energy Finance anticipează că numărul lor va ajunge, până în 2040, la 548 de milioane; Exxon prevede doar 162 de milioane.

Fanii VE au neglijat, de asemenea, consecințele ecologice ale conversiei pe scară largă către transportul electric. Pentru ca VE să reducă emisiile de carbon (şi să minimizeze astfel proporțiile încălzirii globale), bateriile lor nu trebuie încărcate cu electricitate generată din arderea combustibililor fosili. Dar, în 2020, peste 60% din electricitatea globală a provenit din combustibili fosili, aproximativ 12% din energia eoliană şi solară, iar restul din hidroenergie şi fisiune nucleară.



Ca medie globală, în continuare, mai mult de trei cincimi din electricitatea folosită de VE provine din carbon fosil, dar această proporție variază foarte mult de la o țară la alta şi în interiorul acestora. Vehiculele electrice din provincia mea natală, Manitoba, Canada (unde mai mult de 99% din electricitate este produsă de hidrocentrale de mari dimensiuni), funcționează cu energie hidro, verde. Québec, Canada (cu aproximativ 97% energie hidro), şi Norvegia (aproximativ 95% energie hidro) sunt următoarele în clasament. Vehiculele electrice franceze funcționează în mare parte grație energiei nucleare (țara obține 75% din producția sa de electricitate prin fisiune). Dar în cea mai mare parte a Indiei (în special în Uttar Pradesh), în China (în special în provincia Shaanxi) şi în Polonia, VE circulă preponderent cu ajutorul energiei obținute din cărbune. Ultimul lucru de care avem nevoie este să promovăm o nevoie care provoacă un consum şi mai mare de electricitate extrasă din combustibili fosili.

Şi chiar dacă toate VE ar funcționa cu electricitate provenită din surse regenerabile, în continuare s-ar emite gaze cu efect de seră în timpul producției de ciment şi oțel pentru barajele

hidroelectrice, turbinele eoliene şi panourile fotovoltaice şi, bineînțeles, în procesul propriu-zis de fabricare a maşinilor (vezi „Ce obiect este mai dăunător pentru mediu: automobilul sau telefonul?”, p. 259).

Producția de vehicule electrice va avea şi alte efecte asupra mediului. Firma de consultanță în management Arthur D. Little estimează că, la o durată de viață a vehiculului de 20 de ani, fabricarea sa creează de trei ori mai multă toxicitate decât în cazul unui vehicul tradițional. Acest lucru se datorează în principal utilizării sporite a metalelor grele. În mod similar, o analiză comparativă detaliată a ciclului de viață, publicată în *Journal of Industrial Ecology,* a constatat că producția de VE implică o toxicitate substanțial mai mare, atât pentru oameni, cât şi pentru ecosistemele de apă dulce.

Nu susțin că acestea sunt nişte argumente împotriva adoptării vehiculelor electrice. Dar subliniez faptul că trebuie să evaluăm şi să înțelegem implicațiile noilor tehnologii înainte să acceptăm afirmațiile radicale în favoarea sa. Doar prin voință şi imaginație nu vom obține, din senin, nişte maşini ideale, complet nepoluante.

Când a început era avioanelor cu reacție?

Stabilirea cu exactitate a datei de început a erei avioanelor cu reacție este un proces dificil, pentru că există mai multe

„începuturi”. Primul zbor experimental al unui avion propulsat cu reacție a fost reuşit de avionul de luptă german Heinkel He 178, în august 1939 (din fericire, a intrat în serviciul militar prea târziu pentru a mai influența soarta celui de-al Doilea Război Mondial). Primul zbor al unui model comercial, avionul britanic De Havilland DH 106 Comet, a avut loc în iulie 1949, iar cel aparținând British Overseas Airways Corporation s-a produs în 1952. Însă patru catastrofe (în octombrie 1952, lângă Roma, în mai 1953, în Calcutta, în ianuarie 1954, din nou lângă Roma, şi în aprilie 1954, lângă Napoli) au consemnat la sol flota Cornet, iar primul zbor transatlantic al unui model reproiectat a avut loc pe 4 octombrie 1958. Între timp, aeronava sovietică Tupolev Tu-104 a intrat în serviciul intern în septembrie 1956.

Există însă argumente solide în favoarea afirmației că era avioanelor cu reacție a început abia pe 26 octombrie 1958, când un Boeing 707 al companiei Pan Am a decolat spre Paris de pe Aeroportul Idlewild (în prezent, Aeroportul Internațional JFK), în primul său zbor dintre cele zilnice care vor urma.

Mai multe motive justifică această variantă. Modelul Cornet reproiectat era prea mic şi prea puțin profitabil pentru a întemeia o dinastie şi nici n-au existat alte modele care să-i succeadă. Totodată, aeronavele Tupolev erau folosite doar de țările din blocul comunist. Pe de altă parte, Boeing 707 a inaugurat cea mai de succes familie de aeronave din industrie, progresând neîncetat şi adăugând alte 10 modele la gama sa variată.



Inaugurarea primului zbor al unei aeronave Boeing 707

Primul succesor a fost Boeing 727 din 1963, echipat cu trei motoare; modelul 747, cu patru motoare, introdus în 1969, a fost probabil cel mai revoluționar din istoria aviației moderne; iar cel mai recent proiect, 787 Dreamliner, introdus în 2011, este realizat în principal din compoziți de fibră de carbon şi poate să zboare mai mult de 17 ore fără oprire.

Modelul 707 are origini militare: acesta a fost inițial un prototip de avion-cisternă folosit la alimentarea în zbor cu combustibil, iar dezvoltarea ulterioară a condus la apariția modelului KE-135A Stratotanker şi, în cele din urmă, a unui avion de pasageri, dotat cu patru motoare cu reacție Pratt & Whitney de diametru mic, fiecare dintre ele cu o putere de propulsie de 50 de kilonewtoni. Prin comparație, fiecare din cele două motoare General Electric GEnx-Is cu turbopropulsie folosite

în prezent pe modelele 787 furnizează la decolare peste 300 de kilonewtoni.

Primul zbor programat al modelului 707 „Clipper America” a avut loc pe 26 octombrie 1958, fiind precedat de o ceremonie de întâmpinare, un discurs al lui Juan Trippe (preşedintele de atunci al Pan Am) şi o reprezentație a fanfarei Armatei SUA. Cei 111 pasageri şi cei 12 membri ai echipajului au trebuit să facă o oprire neprogramată pe Aeroportul Internațional Gander din Newfoundiand, Canada, dar chiar şi aşa au reuşit să aterizeze pe Aeroportul Paris-Le Bourget la 8 ore şi 41 de minute după plecarea din New York. În decembrie, avionul zbura deja pe ruta New York – Miami, iar în ianuarie 1959 a început să efectueze primele zboruri transcontinentale, de la New York la Los Angeles.

Înainte de introducerea fuzelajelor extinse – mai întâi de către Boeing 747, apoi de către MCDonnell Douglas DC 10 şi Lockheed L1011, în 1970 –, aeronavele Boeing 707 dominau traseele de lungă distanță. Unul dintre ele ne-a adus pe mine şi pe soția mea din Europa în Statele Unite, în 1969.

Îmbunătățirile treptate aduse gamei Boeing au dus la apariția unui avion mult superior celorlalte. Într-o configurație standard, cu două clase de călătorie (buşiness şi economic), primul Dreamliner putea transporta cu 100 de oameni mai mult decât 707 – 120, având o greutate la decolare aproape dublă şi o autonomie maximă de zbor de două ori mai mare. Cu toate acestea, Dreamliner consumă cu 70% mai puțin combustibil pe kilometru, per pasager. Şi pentru că este construit din compoziți de carbon, modelul 787 poate fi presurizat pentru a simula o altitudine mai mică decât un fuzelaj din aluminiu, rezultând un confort mai mare pentru pasageri.

În cele din urmă, Boeing a produs peste o mie de aeronave 707. În 1983, când Pan Am a reactivat avionul pentru a aniversa 25 de ani de la primul zbor, acesta a călătorit până la Paris având ca pasageri majoritatea membrilor echipajului inițial. Dar nu acesta a fost sfârşitul modelului 707. Un număr de companii aeriene din afara Statelor Unite au folosit diferite modele până în anii 1990, iar compania iraniană Saha, până în 2013.

Cu toate că, în ziua de astăzi, modelul 707 poate fi întâlnit doar în cimitirele de aeronave, locul avionului în istorie rămâne unul solid. El reprezintă primul pas eficient şi profitabil în evoluția avioanelor cu reacție comerciale.

De ce kerosenul este împărat

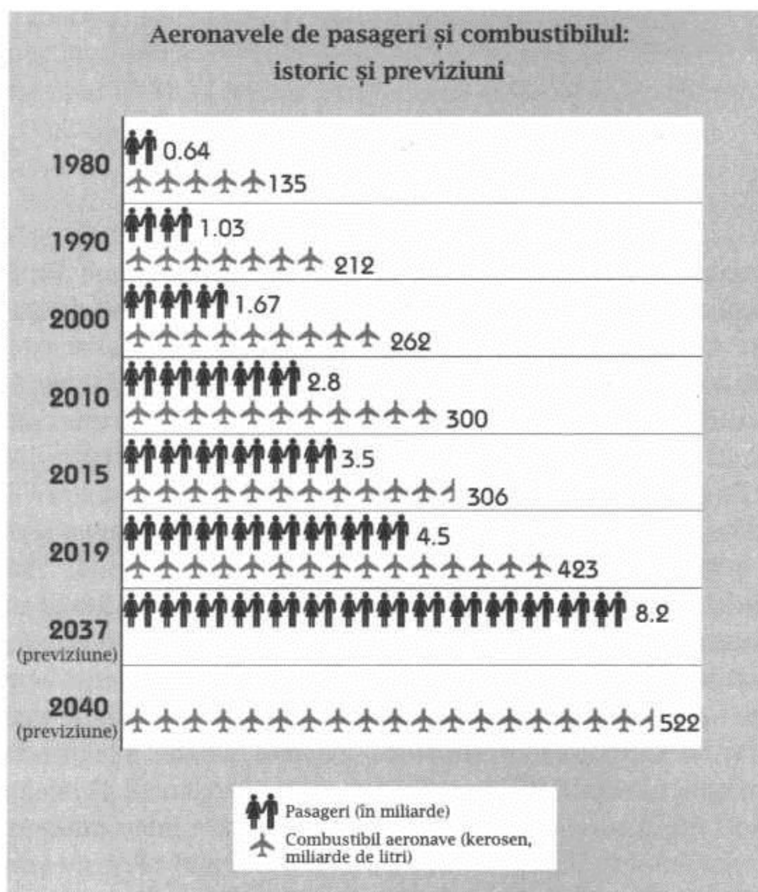
Eliminarea combustibilului pe bază de kerosen este una dintre cele mai mari provocări în crearea unei lumi fără emisii de carbon. Aviația reprezintă doar 2% din volumul global al acestor emisii şi aproximativ 12% din totalul degajat de sectorul transporturilor, însă tranziția spre motoarele electrice este mult mai dificilă în cazul avioanelor decât al automobilelor sau trenurilor.

Combustibilul aeronavelor cu reacție din zilele noastre – dintre care cea mai răspândită formulă este Jet Al – are o serie de avantaje. Are o densitate energetică foarte ridicată, fiind capabil să furnizeze 42,8 megajouli pentru fiecare kilogram (adică un pic mai puțin decât benzina, numai că poate rămâne în stare lichidă până la – 47° C) şi este mai eficient decât benzina în privința

prețului, a pierderilor reduse cauzate de evaporare la altitudini mari şi datorită riscului mai mic de incendiu în timpul manipulării. Deocamdată, nu are rivali reali. Existența unor baterii suficient de mari pentru zborurile intercontinentale cu sute de pasageri sunt încă de domeniul SF şi nu vom întâlni prea curând avioane cu caroserie extinsă alimentate cu hidrogen lichid.

Avem nevoie de un combustibil cu proprietăți similare kerosenului, derivat din materii vegetale sau deşeuri organice. Acest tip de biocombustibil nu ar degaja prin ardere mai mult C02 decât procesează plantele în timpul creşterii. Principiul a fost dovedit deja: începând din 2007, zborurile de test au demonstrat că amestecurile de Jet Al şi biocombustibil sunt o alternativă imediată pentru aviația modernă.

În acel moment, aproximativ 150.000 de zboruri foloseau amestecuri de combustibil, însă doar cinci aeroporturi importante ofereau regulat biocombustibil (Oslo, Stavanger, Stockholm, Brisbane şi Los Angeles), în timp ce altele îl furnizau ocazional. Utilizarea biocombustibililor de către cea mai mare companie aeriană americană, United, este un exemplu grozav pentru proporțiile descurajante ale înlocuirii de care este nevoie: contractul companiei cu un furnizor de biocombustibili va asigura doar 2% din consumul anual de combustibil al companiei aeriene. Este adevărat, avioanele de astăzi sunt din ce în ce mai economice: consumă cu 50% mai puțin combustibil per pasager/kilometru decât în 1960. Dar aceste economii au fost anulate de expansiunea continuă a industriei aviației, care şi-a crescut consumul anual de combustibil la peste 250 de milioane de tone în întreaga lume.



Pentru a satisface această cerere, folosind cu precădere biocombustibili, va trebui să nu ne limităm la utilizarea deşeurilor organice şi la valorificarea culturilor oleaginoase sezoniere (porumb, soia, rapiță) sau perene (palmier), pentru a căror exploatare ar fi nevoie de suprafețe uriaşe, creând totodată alte probleme ecologice. Culturile oleaginoase din zonele cu climă temperată au randamente relativ scăzute: cu un randament mediu de 0,4 tone de biocombustibil la hectarul de soia, Statele Unite ar avea nevoie, pentru a face față propriei cereri de

biocombustibil, de 125 de milioane de hectare – o suprafață mai mare decât Texas, California şi Pennsylvania la un loc sau ceva mai mare decât Africa de Sud. Asta înseamnă de patru ori mai mult decât întreaga cultură de soia a țării din 2019, care a însumat 31 de milioane de hectare. Chiar şi varianta cu cel mai mare randament – uleiul de palmier, care produce, în medie, 4 tone de biocombustibil la hectar – va avea nevoie de încă 60 de milioane de hectare de păduri tropicale pentru a furniza combustibilul necesar industriei aeronautice la nivel mondial. Pentru asta, suprafața dedicată culturilor oleaginoase de palmieri ar trebui să crească de patru ori, sporind emisiile de carbon cauzate de creşterea naturală.

Dar de ce am aloca suprafețe uriaşe de teren, când am putea deriva biocombustibilii din algele oleaginoase? Cultivarea intensivă, pe scară largă a algelor ar avea nevoie de o suprafață relativ mică şi ar oferi o productivitate foarte mare. Cu toate acestea, experiența Exxon Mobil arată cât de solicitant poate fi procesul de creştere a producției la câteva zeci de milioane de tone de biocombustibil anual. Exxon, în colaborare cu firma Synthetic Genomics a lui Craig Venter, a explorat această posibilitate în 2009, dar în 2013, după ce a cheltuit peste 100 de milioane de dolari, a ajuns la concluzia că provocările erau prea mari şi a decis să se concentreze pe cercetarea de bază, pe termen lung.

Ca de fiecare dată, sarcina înlocuitorilor energetici ar fi mult mai uşoară dacă am irosi mai puțin, zburând, de exemplu, mai rar. Dar previziunile arată o creştere substanțială a traficului aerian, mai ales în Asia. Aşa că obişnuieşte-te cu mirosul inconfundabil al kerosenului – îl vei întâlni mult timp de-acum încolo şi, în plus, acesta alimentează maşinăriile care (după cum

vom vedea în capitolul următor) excelează la capitolul siguranței aeriene.

Cât de sigur este zborul cu avionul?

S-ar putea să crezi că anul 2014 a fost unul prost pentru aviație. S-au produs patru accidente puternic mediatizate: în martie, dispariția în continuare misterioasă a Zborului 370 al Companiei Aeriene Malaysia; doborârea Zborului 17 al aceleiaşi companii deasupra Ucrainei, în luna iulie; prăbuşirea în Mali a Zborului 5017 al Companiei Air Algérie, tot în iulie, cu 815 decese; şi, în cele din urmă, Zborul QZ8501, aparținând Airasia, care a căzut în Marea Java, în decembrie.

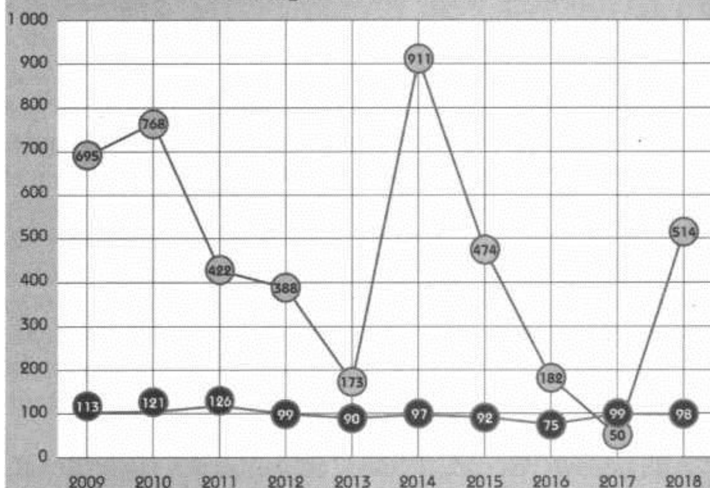
Însă, potrivit Ascend, filiala de consultanță a Flightglobal, care monitorizează accidentele aeriene, 2014 a înregistrat, de fapt, cea mai mică rată a accidentelor din istorie: un deces la 2,38 de milioane de zboruri. E adevărat, Ascend nu a luat în calcul doborârea zborului MH17, care a fost un act de război, nu un accident. Includerea acestui incident în statistici, aşa cum face Organizația Internațională a Aviației Civile, ridică rata la 3,0 – în continuare, mult mai mică decât între 2009 şi 2011.

Iar anii următori au fost şi mai siguri: numărul deceselor a scăzut la 158 în 2015, 291 în 2016 şi la doar 50 în 2017. În 2018, s-a înregistrat un regres, cu 10 accidente mortale, cu 515 decese (mai puține decât în 2014), printre care Boeing-ul 737 Max aparținând Lion Air, care s-a prăbuşit în mare, lângă Jakarta, în luna octombrie. Iar în 2019, în ciuda prăbuşirii unui alt Boeing

737 Max – de această dată în Etiopia –, numărul total al deceselor a fost la jumătate față de cel din 2018.

În orice caz, este de preferat să personalizăm problema, reflectând-o în termenii riscului la care este supus un pasager pe parcursul unei ore de zbor. Datele necesare se găsesc în raportul anual de siguranță al Organizației Internaționale a Aviației Civile, care se referă atât la avioanele mari, cât şi la cele de dimensiuni mai mici, folosite pentru navetă.

Cât de sigur este zborul cu avionul

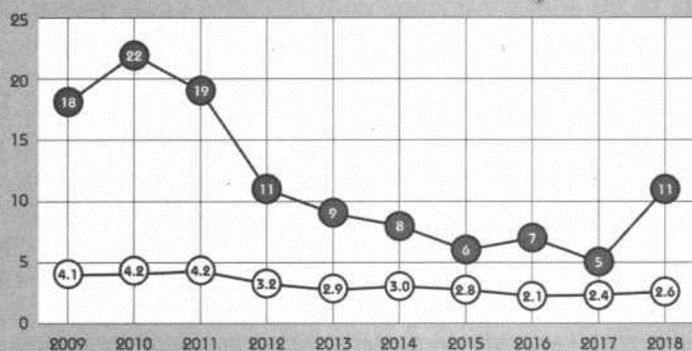


Decese la numărul de zboruri programate

Accidente la numărul de zboruri programate

Accidente mortale la numărul de zboruri programate

Rata accidentelor (la milioane de decolări)



În 2017, deocamdată cel mai sigur an pentru zborurile comerciale, cursele interne şi internaționale au transportat 4,1 miliarde de persoane şi au parcurs 7,69 de trilioane de pasageri-kilometru9, înregistrând doar 50 de decese. Pentru un timp mediu de 2,2 ore, asta înseamnă aproximativ 9 miliarde de pasageri-oră10 şi 5,6 x 10^{-9} decese/persoană pentru o oră petrecută în zbor. Dar cât de mic este acest risc?

Cel mai la îndemână indicator este, desigur, rata generală a mortalității, adică rata anuală a mortalității la 1.000 de oameni, în țările bogate, această rată variază în prezent între 7 şi 11; voi folosi o medie de 9. Întrucât un an are 8.760 de ore, media mortalității este de 0,000001 sau 10^{-6} decese per persoană per oră de viață. Asta înseamnă că, în medie, probabilitatea suplimentară de a muri în timpul unui zbor cu avionul reprezintă doar 5/1.000 din riscul de a trăi, pur şi simplu. În cazul fumătorilor, riscul este de 100 de ori mai mare; la fel şi pentru şoferi. Pe scurt, zborul cu avionul nu a fost niciodată mai sigur.

În mod evident, mortalitatea specifică vârstei pentru persoanele mai bătrâne este mult mai ridicată. Pentru indivizii din categoria mea de vârstă (peste 75 de ani), aceasta este de 35 la 1.000 sau 4 x IO^{-6} per oră (asta înseamnă că, dintr-un milion de oameni din această categorie, patru vor muri la fiecare oră), în 2017, am zburat peste 100.000 de kilometri, petrecând în zbor mai mult de 100 de ore, în avioane de mari dimensiuni, aparținând unor patru companii aeriene importante, care au înregistrat ultimele accidente mortale în 1983,1993,1997, respectiv 2000. Pentru fiecare oră petrecută în aer, probabilitatea

---

9 Unitate de măsură folosită pentru estimarea distanței străbătute de un pasager într-un interval dat. (n. *tr.)*

10 Unitate de măsură a capacității de transport, *(n. tr.)*

de deces nu a fost nici măcar cu *1%* mai mare decât dacă aş fi rămas la sol.

Desigur, am avut momente când mi s-a ridicat părul în cap. Ultima oară, în octombrie 2014, când Boeing-ul în care eram eu, 767, aparținând Air Canada, a străbătut marginal zonele de turbulențe declanşate de un mega-taifun care traversa Japonia.

Dar n-am uitat că, de fapt, lucrul de care ar trebui să mă feresc sunt saloanele liniştite de spital. Cu toate că, potrivit ultimelor evaluări, erorile medicale care pot fi prevenite s-au redus semnificativ, prin comparație cu afirmațiile exagerate despre acest risc, spitalizările sunt legate în continuare de o expunere crescută la bacterii şi virusuri, de infecțiile nosocomiale, mai ales în cazul vârstnicilor. Aşa că zburați mai departe şi evitați spitalele!

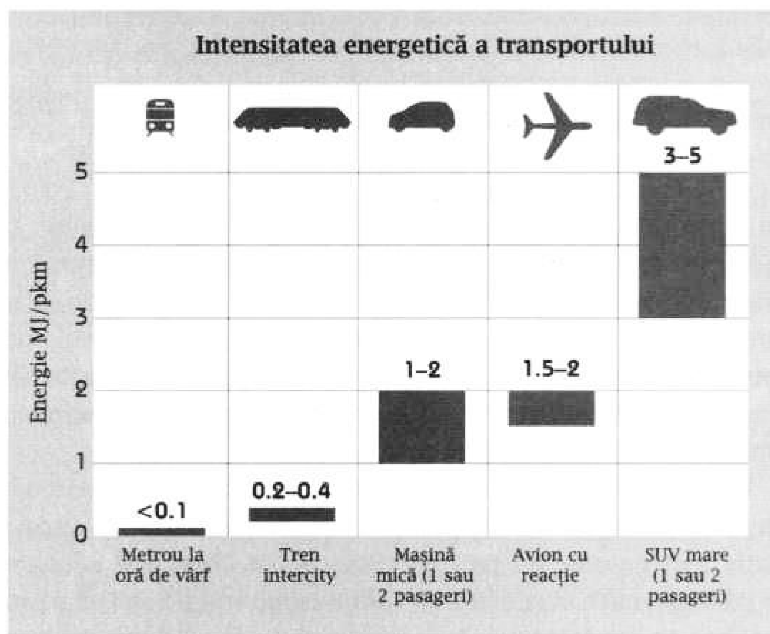
Care sunt mai eficiente energetic:

avioanele, trenurile sau automobilele?

Nu am niciun fel de antipatie pentru maşini sau avioane. De decenii, depind, pentru călătoriile locale, de o succesiune de automobile fiabile Honda Civic şi, de ani de zile, zbor de pe un continent pe altul cel puțin 100.000 kilometri anual. Între cele două extreme – un drum cu maşina până la un magazin alimentar italian, un zbor de la Winnipeg la Tokyo –, maşinile şi avioanele sunt la putere.

Intensitatea energetică este secretul. Atunci când călătoresc singur în Civic-ul meu, în mediul urban, este nevoie de aproximativ 2 megajouli per pasageri-kilometru. Dacă mai adăugăm un pasager, cifra scade la 1 MJ/pkm, comparabilă cu cea a unui autobuz pe jumătate gol. Avioanele cu reacție sunt surprinzător de eficiente, necesitând, în mod obişnuit, în jur de 2 MJ/pkm. Dacă avionul este plin şi un model de ultimă generație, poate obține mai puțin de 1,5 MJ/pkm. Desigur, trenurile de transport public sunt mult superioare: cu o încărcătură mare de pasageri, cele mai bune trenuri subterane au nevoie de mai puțin de 0,1 MJ/pkm. Dar, chiar şi în Tokyo, care are o rețea densă de linii ferate, cea mai apropiată stație poate fi la peste un kilometru distanță, prea departe pentru persoanele mai puțin mobile.

Dar niciunul dintre aceste moduri de transport nu poate egala intensitatea energetică a trenurilor interurbane de mare viteză. De obicei, acestea călătoresc pe rute de 150 – 600 de kilometri. Modelele mai vechi ale trenului de mare viteză japonez, pionierul *shinkansen* (adică „linia principală nouă"), aveau o intensitate energetică de aproximativ 0,35 MJ/pkm; modelele trenurilor rapide mai recente – TGV-ul francez şi ICE-ul german – au nevoie, de regulă, de doar 0,2 MJ/pkm. Cu un ordin de mărime mai mic decât avioanele.



Nu mai puţin important este faptul că trenurile de mare viteză simt, într-adevăr, rapide. TGV-ul Lyon-Marsilia parcurge 280 de kilometri în 100 de minute, de la un centru al oraşului la celălalt. Prin comparaţie, timpul programat pentru un zbor comercial pe aproximativ aceeaşi distanţă – 300 de kilometri, de la Aeroportul Laguardia din New York până la Aeroportul Logan din Boston – este de 70 de minute. La acesta trebuie să adăugăm cel puţin 45 de minute pentru check-in, alte 45 de minute pentru drumul din Manhattan la Laguardia şi 15 minute de la Logan în centrul Bostonului. În felul acesta, ajungem la un total de 175 de minute.

Într-o lume raţională – una care preţuieşte confortul, timpul, intensitatea energetică scăzută şi conversiile cu emisii scăzute de carbon –, trenul electric de mare viteză ar fi întotdeauna prima opţiune pentru astfel de distanţe. Europa este patria trenurilor şi a luat deja această decizie. Cu toate acestea, deşi Statele Unite şi

Canada nu au o densitate a populației care să justifice o rețea compactă de conexiuni, ele au totuşi multe perechi de oraşe potrivite pentru trenurile rapide. Totuşi, niciuna dintre aceste perechi nu au o linie ferată de mare viteză. Linia Acela a companiei Amtrak, între Boston şi Washington, DC, nu se califică nici măcar de departe, întrucât înregistrează, în medie, o viteză de doar 110 km/h.

Acest lucru face ca, în mod remarcabil, SUA (şi, de asemenea, Canada şi Australia) să fie codaşe în privința transportului feroviar de mare viteză. Au existat însă vremuri când Statele Unite aveau cele mai bune trenuri din lume. În 1934, la 11 ani după ce General Electric a produs prima sa locomotivă diesel, pe calea ferată Chicago-Burlington-Quincy călătorea trenul aerodinamic din oțel inoxidabil „Pioneer Zephyr", cu o unitate electrică-diesel în opt cilindri şi doi timpi, de 600 de cai-putere (447 kilowați). Datorită acestei motorizări, „Zephyr" era capabil să depăşească vitezele de astăzi ale trenului Acela, obținând o medie de 124 km/h pe distanța de peste 1.600 de kilometri dintre Denver şi Chicago. În prezent însă, nu există speranțe realiste că Statele Unite vor putea prinde vreodată China din urmă: cu 29.000 de kilometri de cale ferată de mare viteză, aceasta are acum cea mai lungă rețea de trenuri de mare viteză din lume, făcând legătura între toate oraşele importante din jumătatea de est, dens populată, a țării.

Mâncare.
Cum ne obținem energia

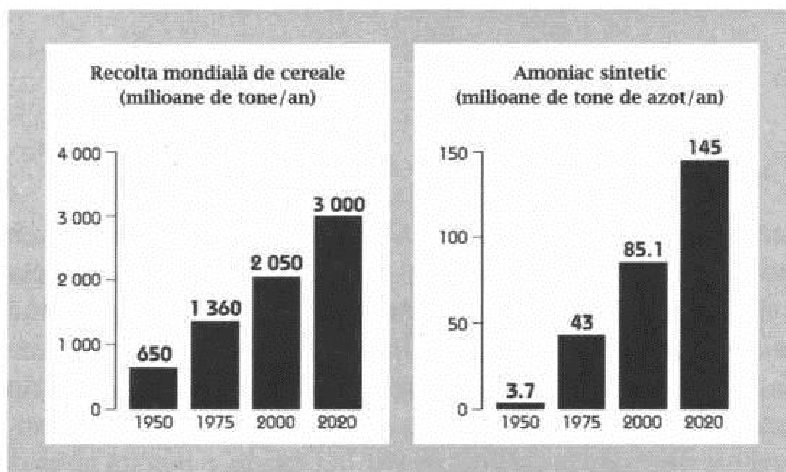
Lumea fără amoniacul sintetic

Până la sfârşitul secolului al XIX-lea, progresele înregistrate în domeniile chimiei şi fiziologiei plantelor au demonstrat clar că azotul este cel mai important macronutrient pentru culturile agricole (element necesar în cantităţi relativ mari). Plantele au nevoie, de asemenea, de fosfor şi potasiu (ceilalţi doi macronutrienţi) şi de diferiţi micronutrienţi (de la fier la zinc, elemente necesare în cantităţi mici). În Olanda, o recoltă bună de grâu (9 tone la hectar) va conţine 10% proteine sau 140 de kilograme de azot, dar numai 35 de kilograme de fosfor şi aceeaşi cantitate de potasiu.

Fermierii tradiţionali făceau rost de azotul necesar în două moduri: prin reciclarea oricărui tip de materie organică disponibilă (paie, tulpini, frunze, deşeuri de origine animală şi umană) şi rotind culturile de cereale sau plante oleaginoase cu cele de leguminoase (culturi protectoare, cum sunt lucerna, trifoiul sau măzărichea, şi culturi alimentare, precum soia, mazărea sau lintea). Aceste plante îşi pot obţine singure azotul necesar, deoarece bacteriile ataşate de rădăcinile lor pot „fixa" azotul (îl pot transforma din molecula inertă din aer în amoniacul necesar pentru creşterea plantelor) şi pot, totodată, lăsa în urmă o parte din el pentru culturile viitoare, de cereale sau plante oleaginoase.

Prima variantă era una anevoioasă, în special când vine vorba despre colectarea deşeurilor de origine animală sau umană,

fermentația lor și răspândirea pe câmpuri, cu toate că gunoiul de grajd și dejecțiile au un conținut relativ ridicat de azot (de obicei, 1 – 2%), în comparație cu mai puțin de 0,5%, cât conțin paiele sau tulpinile plantelor. A doua variantă, care presupune rotația culturilor, oprește cultivarea continuă a cerealelor de bază, fie că vorbim despre orez sau grâu. Pe măsură ce cererea pentru cerealele de bază a crescut odată cu extinderea (și urbanizarea) populației, a devenit limpede că fermierii nu vor reuși să satisfacă pe viitor nevoile alimentare, în lipsa unor surse noi, sintetice, de azot „fixat", adică azot disponibil sub forme care să fie asimilate de culturile în creștere.



Această încercare a fost încununată de succes în 1909, când Fritz Haber, profesor de chimie la Universitatea din Karlsruhe, a demonstrat că amoniacul (NH_3) putea fi obținut la presiuni și temperaturi ridicate, în prezența unui catalizator metalic. Primul Război Mondial și criza economică din anii 1930 au încetinit adoptarea la nivel mondial a procesului Haber-Bosch, dar nevoile alimentare în creștere ale populației mondiale (care a crescut de la 2,5 miliarde, în 1950, la 7,75 miliarde, în 2020) au contribuit

decisiv la expansiunea sa masivă, de la mai puțin de 5 milioane de tone, în 1950, la aproximativ 150 de milioane, în ultimii ani. Fără această contribuție esențială, înmulțirea recoltei de cereale de bază (vezi „Creşterea randamentului recoltei de grâu”, p. 209) şi hrănirea populației globale din zilele noastre ar fi fost imposibile.

Îngrăşămintele azotate sintetice, derivate din amoniacul Haber-Bosch (ureea solidă este cel mai frecvent produs), furnizează în prezent aproximativ jumătate din azotul necesar culturilor agricole mondiale, restul fiind furnizat prin rotația culturilor cu plante oleaginoase, reciclare organică (gunoi de grajd şi reziduuri de cultură) şi depunere atmosferică. Deoarece culturile furnizează acum aproximativ 85% din totalul proteinelor alimentare (restul provenind din păşunile naturale şi alimentele de origine marină), asta înseamnă că, în lipsa îngrăşămintelor azotate sintetice, nu am putea asigura alimentația de bază a peste 3 miliarde de oameni – mai mult decât populația Chinei (unde azotul sintetic furnizează deja peste 60% din producție) şi cea a Indiei la un loc. Şi, ținând cont că, în anumite părți ale Asiei şi în întreaga Africă, populația este în creştere, procentul celor dependenți de azotul sintetic va ajunge în curând la 50%.

Deocamdată, China produce încă o parte din amoniac folosind cărbunele ca materie primă, dar în alte părți procesul Haber-Bosch se bazează pe prelevarea azotului din aer şi a hidrogenului din gazele naturale (în special CH_4) utilizând totodată gazele pentru a obține energia ridicată necesară în procesul de sinteză. Prin urmare, în prezent, la nivel mondial, sinteza amoniacului şi, ulterior, producția, distribuția şi împrăştierea îngrăşămintelor azotate solide şi lichide sunt responsabile pentru aproximativ 1% dintre emisiile globale de gaze cu efect de seră – şi nu există nicio soluție comercială alternativă care să nu utilizeze carbonul şi să

poată înlocui în viitorul apropiat şi pe scară largă necesarul pentru producția a 150 de milioane de tone de NH_4 pe an.

Pe termen foarte scurt, un motiv şi mai serios de îngrijorare îl reprezintă pierderile mari de azot (prin volatilizare, scurgeri sau denitrificare) rezultate din utilizarea îngrăşămintelor. Nitrații contaminează apele dulci şi mările de coastă (contribuind la extinderea zonelor moarte); depunerea atmosferică a nitraților creşte aciditatea ecosistemelor naturale; iar oxidul de azot (N_2O) este acum al treilea cel mai important gaz cu efect de seră după $C0_2$ şi CH_4. O analiză globală recentă a concluzionat că, de fapt, eficiența utilizării azotului a scăzut, de la începutul anilor 1960, la aproximativ 47% – mai mult de jumătate din îngrăşământul împrăştiat se pierde, în loc să fie încorporat în culturile recoltate.

Cererea de azot sintetic este saturată în țările bogate, dar în Africa, în următorii 50 de ani, va trebui să creştem cantitățile produse, pentru a putea satisface nevoile de hrană a circa 2 miliarde de oameni, cât se vor naşte în acest interval. Pentru reducerea viitoarelor pierderi de azot, va trebui să facem tot posibilul să îmbunătățim eficiența fertilizării şi să reducem risipa de alimente (vezi „Amploarea de neiertat a risipei de hrană la nivel mondial”, p. 212). Chiar şi aşa, nu vom elimina complet pierderile de azot, dar acesta este prețul pe care trebuie să-l plătim pentru că vom creşte de la 1,6 miliarde de oameni, în 1900, la 10 miliarde, până în 2100.

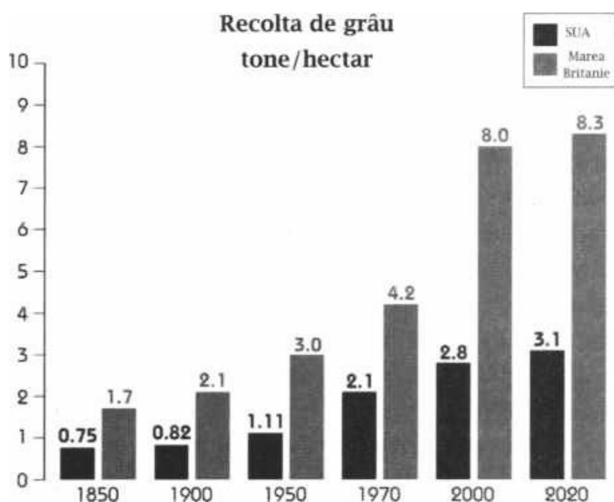
Creşterea randamentului recoltei de grâu

Care este recolta medie de grâu în centrul Franței, în estul statului Kansas sau în sudul provinciei Hebei? Puțini oameni, în afara fermierilor, a celor care vând utilaje şi produse chimice, a agronomilor care îi consiliază şi a savanților care dezvoltă noi soiuri de culturi, au răspunsul pregătit. Asta pentru că societățile moderne, cu excepția unei mici părți a populației, s-au desprins aproape complet de tot ce are legătură cu agricultura. Mai puțin atunci când, bineînțeles, vine vorba despre consumul produselor: baghetele crocante, croissantul, chiflele hamburgerilor, pizza, chiflele pregătite la aburi *(mantou)* şi tăițeii *lamian,* răsuciți sau întinşi, toate sunt obținute din grâu.

Dar chiar şi oamenii care se consideră educați şi bine informați şi sunt capabili să-ți vorbească despre dotările îmbunătățite ale automobilelor sau performanțele în creştere ale calculatoarelor ori telefoanelor mobile nu au nici cea mai vagă idee dacă, în medie, în secolul XX, culturile cerealelor de bază s-au triplat, cvadruplat sau dacă au crescut cu un ordin de mărime. Şi totuşi, aceşti multipli – nu cei ai capacității telefoanelor mobile sau de stocare în *cloud* – sunt cei care au făcut posibilă creşterea de cinci ori a populației globale, între 1900 şi 2020... Aşadar ce s-a întâmplat cu recolta de grâu, cel mai important produs al lumii?

Recoltele tradiționale aveau un randament scăzut şi, totodată, unul extrem de variabil, deşi reconstituirea tendințelor pe termen lung este, în continuare, discutabilă. Acest lucru este valabil chiar şi în cazul istoricului relativ bine documentat (timp de

aproape un mileniu) al recoltei engleze de grâu, calculată, de obicei, pe baza randamentului semințelor plantate. După o recoltă slabă, aproape 30% din producție trebuia pusă deoparte pentru a avea semințe în anul următor; ponderea nu era, de regulă, mai mare de 25%. Recoltele din Evul Mediu timpuriu erau adesea de doar 500 – 600 de kilograme la hectar (adică doar 0,5 tone). Randamentele de până la o tonă la hectar au devenit ceva obişnuit abia în secolul al XVI-lea, iar până în 1850 media era de aproximativ 1,7 t/ha – aproape o triplare față de anul 1300. A urmat apoi o combinație de măsuri (rotația culturilor, inclusiv de leguminoase, care fixează azotul, drenarea câmpurilor agricole, folosirea intensivă a gunoiului de grajd şi cultivarea unor soiuri noi) care au crescut randamentul recoltei de grâu la aproape 2 t/ha, într-un moment în care recolta franceză era în continuare de 1,3 t/ha, iar suprafețele întinse ale Marilor Câmpii americane produceau doar 1 t/ha (această medie menținându-se la nivel național până în 1950!).



După secole de progrese lente şi treptate, avansul decisiv a fost posibil doar după introducerea grâului cu tulpină scurtă. Plantele tradiționale erau înalte (aproape la fel de înalte ca țăranii lui Bruegel, care le tăiau cu secera) şi produceau de trei până la cinci ori mai multe paie decât boabe. Primul soi de grâu cu tulpină scurtă (bazat pe plante de origine est-asiatică) a fost lansat în Japonia, în 1935. După al Doilea Război Mondial, a fost adus în SUA şi pus la dispoziția lui Norman Borlaug, la CIMMYT (Centrul Internațional de îmbunătățire a Porumbului şi Grâului, din Mexic), iar echipa sa a creat, în 1962, două soiuri semipitice (care produceau o cantitate egală de paie şi boabe). Borlaug a câştigat Premiul Nobel; lumea a obținut recolte fără precedent.

Între 1965 şi 2017, randamentul mediu global al recoltei de grâu a crescut de aproape trei ori, de la 1,2 la 3,5 t/ha; media asiatică s-a triplat (de la 1 la 3,3 t/ha), iar cea chineză a crescut de peste cinci ori (de la 1 la 5,5 t/ha), în vreme ce media olandeză, una deja extrem de ridicată încă din urmă cu două generații, s-a dublat, de la 4,4 la 9,1 t/ha! în acelaşi timp, recolta mondială de grâu s-a triplat, ajungând la aproape 775 de milioane de tone, în vreme ce populația a crescut de 2,3 ori, rezultând o medie pe cap de locuitor mai mare cu aproape 25% şi menținând un nivel confortabil al proviziilor globale de făină de grâu, necesară pentru crocanta pâine *Bauembrot* germană (din grâu şi secară), pentru tăițeii *udon* japonezi (făină de grâu, puțină sare, apă) şi rețeta clasică de *mille-feuille* (foitajul pufos folosit pentru foi conține doar făină, unt şi puțină apă).

Dar există şi motive de îngrijorare. Randamentele medii ale recoltelor de grâu au scăzut nu numai în cele mai productive țări UE, ci şi în China, India, Pakistan şi Egipt, unde rămân cu mult sub media UE. Motivele sunt variate, de la restricțiile ecologice în folosirea îngrăşămintelor azotate până la lipsa apei în unele

regiuni. În acelaşi timp, producțiile de grâu ar trebui să beneficieze de niveluri mai ridicate de $C0_2$ în atmosferă, iar progresele agronomice ar trebui să contribuie la anularea unor diferențe de randament (de exemplu, diferențele între potențialul de producție al unei regiuni şi productivitatea reală). Dar, oricum ar sta lucrurile, am avea nevoie de cantități mult mai mici de grâu dacă am reuşi, în sfârşit, să reducem risipa impardonabilă de hrană.

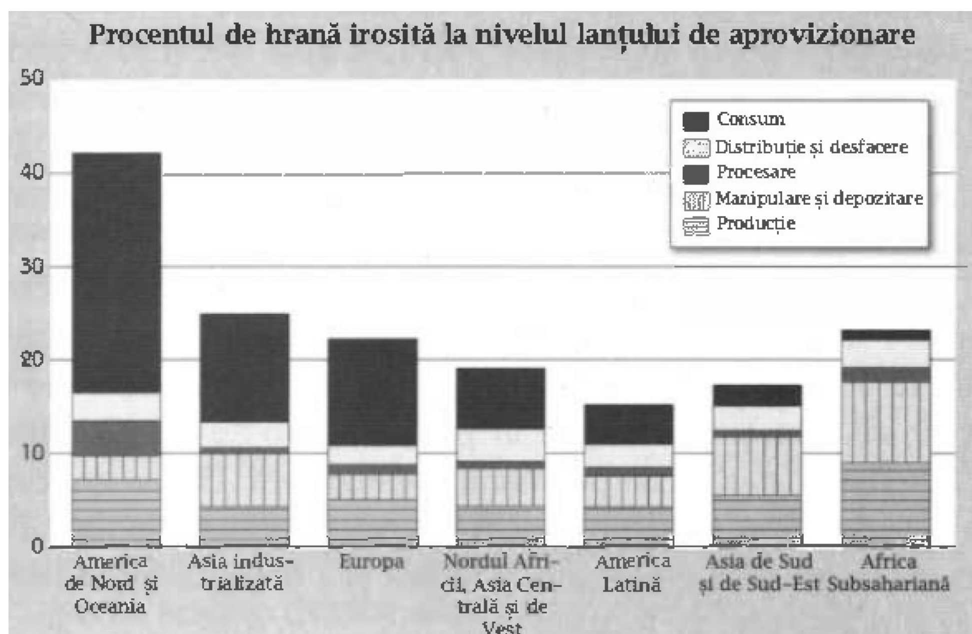
Amploarea de neiertat a risipei de hrană la nivel mondial

Lumea risipeşte hrana la un nivel care trebuie descris ca fiind excesiv, impardonabil şi, ținând cont de toate celelalte motive de îngrijorare referitoare la starea ecologică globală şi la calitatea vieții umane, este de-a dreptul de neînțeles. Organizația Națiunilor Unite pentru Alimentație şi Agricultură estimează că, la nivel mondial, pierderile anuale se ridică la 40% – 50% pentru rădăcinoase, fructe şi legume, 35% pentru peşte, 30% pentru cereale şi 20% pentru oleaginoase, carne şi produse lactate. Asta înseamnă că, la nivel global, cel puțin o treime din totalul produselor alimentare recoltate este irosită.

Motivele irosirii alimentelor diferă. În cele mai sărace țări, acest lucru se întâmplă cel mai adesea din cauza depozitării precare (rozătoarele, insectele şi ciupercile se hrănesc cu semințe, legume şi fructe depozitate necorespunzător) sau a lipsei capacității de refrigerare (provocând deteriorarea rapidă a cărnii,

peştelui şi produselor lactate). De aceea, în Africa Subsahariană, cele mai multe deşeuri sunt produse înainte ca hrana să ajungă la consumatori. Pe de altă parte, în țările bogate, principala cauză este, pur şi simplu, decalajul dintre producția excesivă şi consumul real: în ciuda frecvenței ridicate a supraalimentării, majoritatea națiunilor cu venituri ridicate pun la dispoziția cetățenilor rații de hrană care ar fi recomandate, în general, unor tăietori de lemne sau mineri, nu unei populații în mare parte sedentară şi în curs de îmbătrânire.

Deloc surprinzător, Statele Unite sunt principalul culpabil la acest capitol şi avem o sumedenie de informații pentru calcularea excesului. În SUA, rezerva zilnică de hrană este de aproximativ 3.600 de kilocalorii de persoană. Vorbim despre rezervă, nu consum – ceea ce este un lucru bun.



Dacă omitem bebeluşii şi octogenarii care nu-şi pot părăsi locuințele, a căror nevoie zilnică este mai mică de 1.500 de kilocalorii, rezultă că rezerva disponibilă pentru adulți este de 4.000 de kilocalorii; americanii mănâncă mult, dar n-ar putea mânca chiar aşa de mult în fiecare zi. Departamentul pentru Agricultură al Statelor Unite (USDA) a modificat aceste cifre, luând în calcul „alterarea şi alte deteriorări" şi a stabilit că media zilnică reală disponibilă pentru consum este de aproximativ 2.600 de kilocalorii de persoană. Dar nici această cifră nu este în întregime corectă. Ambele sondaje referitoare la consumul raportat de alimente (efectuate de Institutul Național de Sondare a Sănătății şi Nutriției) şi calculele efectuate pe baza cerințelor metabolice preconizate indică faptul că media reală a aportului zilnic este de 2.100 de kilocalorii de persoană. Dacă scădem cele 2 100 kcal/cap de locuitor din 3 600 kcal/cap de locuitor, rezultă o risipă de 1.500 kcal/cap de locuitor, ceea ce înseamnă că aproximativ 40% din hrana americană este aruncată la gunoi.

Lucrurile nu au stat dintotdeauna aşa. La începutul anilor 1970, USDA estima că media hranei pe cap de locuitor (ajustată la pierderile dinaintea desfacerii cu amănuntul) era sub 2.100 de kilocalorii pe zi, cu aproape 25% mai mică decât în prezent. Institutul Național pentru Diabet, Boli Digestive şi Renale estimează că risipa de alimente pe cap de locuitor a Statelor Unite a crescut, între 1974 şi 2005, cu 50% şi că, de atunci, problema s-a agravat.

Dar chiar dacă pierderea medie zilnică din SUA ar fi în continuare de 1.500 de kilocalorii pe cap de locuitor, un calcul simplu arată că, în 2020 (la aproximativ 333 de milioane de locuitori), alimentele risipite ar putea oferi o nutriție adecvată (2.200 de kilocalorii de persoană) pentru încă 230 de milioane de oameni, ceva mai mult decât întreaga populație a Braziliei, cea

mai mare țară din America Latină şi a şasea în topul mondial al numărului de locuitori.

Cu toate astea, deşi risipesc atâta hrană, americanii mănâncă totuşi mult mai mult decât este sănătos pentru ei. Frecvența obezității – definită printr-un indice al masei corporale mai mare de 30 – a crescut, între 1962 şi 2010, de mai bine de două ori, de la 13,4% la 35,7%, în rândul adulților de peste 20 de ani. Dacă adăugăm la această cifră şi persoanele supraponderale (cu un IMC între 25 şi 30), descoperim că, în rândul adulților, 74% dintre bărbați şi 64% dintre femei au un exces de greutate, întrucât obezitatea este o afecțiune care te urmăreşte toată viața, cel mai îngrijorător este faptul că proporția a urcat în prezent la peste 50% chiar şi pentru copiii mai mari de şase ani.

Programul de Acțiune pentru Deşeuri şi Resurse din Marea Britanie (WRAP) ne oferă perspective diferite, urmărind fenomenul în cele mai mici detalii. În Marea Britanie, risipa totală de alimente se ridică la aproximativ 10 milioane de tone pe an şi la o valoare de 15 miliarde de lire sterline (circa 20 de miliarde de dolari), părțile necomestibile (piele, coji, oase) reprezentând doar 30% din total – deci 70% dintre alimentele irosite ar fi putut să fie consumate! WRAP a raportat şi motivele acestui proces: aproape 30% dintre deşeuri se datorează „neutilizării la timp”, o treime depăşirii „datei de expirare”, aproximativ 15% pentru că s-a gătit sau servit în exces, iar restul se pierde din alte motive, printre care preferințele personale, mofturile şi accidentele.

Risipa de alimente nu are totuşi legătură doar cu hrana irosită – ea presupune, în mod inevitabil, o risipă semnificativă de forță de muncă şi energie, utilizate direct pentru operarea maşinilor agricole şi a pompelor de irigare şi, indirect, pentru producerea oțelului, aluminiului şi materialelor plastice necesare

mecanizării şi sintetizării îngrăşămintelor şi pesticidelor. Efortul agricol suplimentar dăunează totodată mediului, provocând eroziunea solului, levigarea nitraţilor, pierderea biodiversităţii şi dezvoltarea bacteriilor rezistente la antibiotice; iar producţia de alimente irosite este, probabil, responsabilă pentru circa 10% dintre emisiile globale de gaze cu efect de seră.

Ţările bogate trebuie să producă mult mai puţine alimente şi să le consume generând considerabil mai puţine deşeuri. Cu toate acestea, sloganul creşterii producţiei alimentare este scandat mai puternic ca oricând. Cea mai recentă formă a sa susţine o producţie sporită prin inundarea pieţei cu came falsă, derivată din proteine leguminoase modificate. Cum ar fi însă dacă, în schimb, am încerca să diminuăm risipa de hrană, ajungând la un nivel acceptabil al pierderilor? Reducerea deşeurilor alimentare la jumătate ar conduce la o folosire mai raţională a alimentelor la nivel mondial, iar beneficiile ar fi uriaşe: WRAP estimează că un dolar investit în prevenirea risipei de alimente are, prin beneficiile asociate, un randament de 14 ori mai mare. Nu este acesta un argument suficient de convingător?

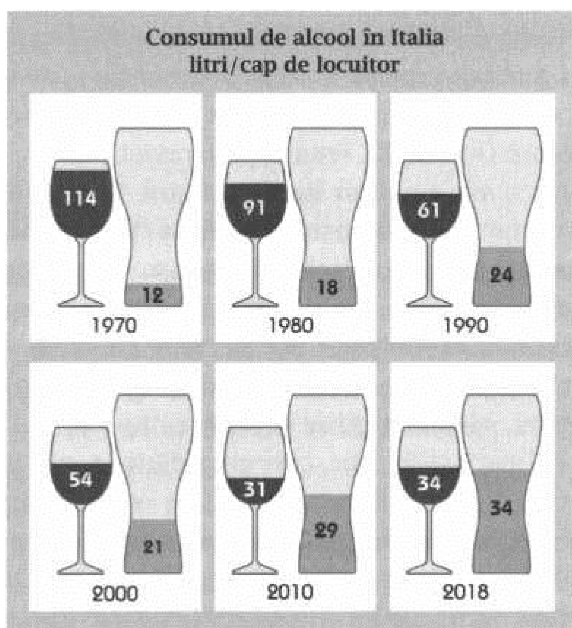
Un „adio” spus treptat dietei mediteraneene

Beneficiile dietei mediteraneene au devenit cunoscute pe scară largă după 1970, când Ancel Keys a publicat prima parte a studiului său pe termen lung dedicat nutriţiei şi stării de sănătate

în Italia, Grecia şi alte cinci țări şi în care a constatat că, în aceste regiuni, incidența bolilor de inimă era una scăzută.

Trăsăturile cheie ale dietei sunt consumul ridicat de carbohidrați (în special pâine, paste şi orez), completat de leguminoase (fasole, mazăre, năut), nuci, produse lactate (în principal brânză şi iaurt), fructe, legume, fructe de mare şi alimente de sezon uşor procesate, gătite, în general, cu ulei de măsline. Dieta include, de asemenea, cantități mult mai modeste de zahăr şi carne. Şi, cel mai bun lucru dintre toate, mult vin. Acest nărav nu este recomandat în prezent de dieteticieni, dar este clar că dieta mediteraneeană reduce riscul afecțiunilor cardiovasculare şi al anumitor tipuri de cancer cu aproximativ 10%, oferind o oarecare protecție şi împotriva diabetului de tip II. Nu există prea multe îndoieli că, dacă țările occidentale ar fi adoptat în masă această alimentație, nu ar fi atins niciodată nivelurile de obezitate prevalente în ziua de astăzi. În 2013, UNESCO a înscris dieta pe lista Patrimoniului Cultural Imaterial al Umanității, Croația, Cipru, Grecia, Italia, Maroc, Portugalia şi Spania fiind țări de destinație.

Totuşi, chiar şi în aceste paradisuri de sănătate există o problemă în creştere: dieta mediteraneeană adevărată este practicată în prezent doar în anumite avanposturi izolate de coastă sau montane. Tranziția alimentară a fost rapidă şi de mare amploare, în special în cele mai populate două țări din regiune, Italia şi Spania.



În ultimii 50 de ani, dieta italienilor a devenit *mai* mediteraneeană doar prin consumul de fructe, care a crescut cu aproape 50%. Între timp, consumul de grăsimi animale şi carne s-a triplat. Uleiul de măsline furnizează acum mai puțin de jumătate din totalul grăsimilor dietetice şi – incredibil! – consumul de paste este în scădere, la fel şi cel de vin, cu aproape 75%. Italienii cumpără acum la fel de multă bere ca şi vin *rosso* şi *bianco.*

Regresul Spaniei față de dieta mediteraneeană a fost şi mai rapid, şi mai complex. Spaniolii apreciază în continuare fructele de mare, al căror consum a crescut, dar s-au îndepărtat de cereale, produse vegetale şi legume. Uleiul de măsline furnizează acum mai puțin de jumătate din consumul național de grăsimi. Şi, remarcabil, spaniolii beau acum, în medie, în jur de 20 de litri

de vin pe an, adică mai puțin de jumătate din cantitatea de bere pe care o consumă. Comparabil cu ceea ce se întâmplă în Germania şi Olanda!

Există oare un simbol mai puternic decât faptul că se bea mai multă *cerveza* decât *tinto?* Majoritatea europenilor (care păstrează în memorie vechile tipare dietetice) nu ştiu că rația anuală de carne pe cap de locuitor, de doar 20 de kilograme în 1975, când a murit Franco, este în prezent de aproape 100 de kilograme, cu mult mai mare decât alte țări tradițional mai carnivore, precum Germania, Franța şi Danemarca.

Şi perspectivele nu sunt încurajatoare. În rândul tinerilor s-a impus un nou tipar alimentar, aceştia cumpărând mult mai puține alimente proaspete decât părinții lor. Spania, de exemplu, este plină de restaurante MCDonald's, KFC, Taco Bells şi Dunkin Donuts sau Dunkin Coffee, cum se numeşte la ei. Abordarea globală, bazată pe consumul de produse fast-food, cu multă carne, grăsimi, sărate şi pline de zahăr, nu doar că elimină o moştenire culinară străveche, ci şi unul dintre puținele avantaje pe care lumea de altă dată le avea față de cea modernă.

Motivele acestei schimbări sunt universale. Veniturile mai mari permit aporturi crescute de carne, grăsimi şi zahăr. Familiile tradiționale au fost înlocuite de gospodăriile în care locuiesc una sau două persoane, ambele aducătoare de venit, care gătesc mai puțin acasă şi cumpără mai multe alimente pregătite de-a gata. Iar stilul de viață ocupat promovează consumul de gustări şi alimente preambalate. Nu este de mirare că rata obezității a crescut atât în Spania şi Italia, cât şi în Franța.

Tonul roşu: pe cale de dispariție

Să ne gândim puțin la ton... Hidrodinamica aproape perfectă şi propulsia eficientă, alimentată de muşchii cu sânge cald, care circulă în tot corpul, îl fac un înotător remarcabil. Exemplarele mari pot atinge 70 de kilometri pe oră, aproximativ 40 de noduri – mult mai rapide decât un submarin şi chiar decât o barcă cu motor.

Dar mărimea şi carnea lui gustoasă au adus acest peşte maiestuos în pragul dispariției. Carnea albă din conserve provine de la tonul alb, o specie relativ abundentă – un peşte mai mic, de regulă sub 40 de kilograme (carnea roşie conservată provine de la bonita cu abdomen vărgat, o altă specie numeroasă de ton de dimensiuni reduse). În schimb, tonul roşu (în japoneză, *maguro* sau *hon-maguro,* „ton adevărat") a fost dintotdeauna cel mai rar ton. Exemplarele adulte pot depăşi 3 metri şi pot cântări peste 600 de kilograme.

Tonul roşu este în Japonia prima opțiune pentru sashimi şi sushi. Când aceste feluri de mâncare au devenit populare în Edo (Tokyo), în secolul al XIX-lea, bucățile de carne erau tăiate inițial din muşchii interiori, mai puțin graşi, de culoare roşie *(akamây,* ulterior, preferințele s-au îndreptat către părțile laterale ale corpului, de sub mijloc (carnea grasă *chütoru)* şi către burta peştelui (cu o carne şi mai grasă, *ôtoro).* Exemplarele deosebite de ton roşu au început să se vândă în Tokyo la licitațiile de revelion. Cel mai recent record a fost stabilit în 2019: 3,1 milioane de dolari pentru un peşte de 278 de kilograme, capturat în nordul Japoniei. Adică mai mult de 11.100 de dolari pe kilogram!

Japonia consumă aproximativ 80% din captura mondială de ton roşu, mult peste cota care îi revine, şi, pentru a acoperi acest deficit, se apelează la importuri, fie în stare proaspătă, pe cale aeriană, fie în stare congelată, gata curăţat şi eviscerat. Cererea în creştere este tot mai des satisfăcută prin capturarea peştilor în sălbăticie şi apoi îngrăşarea lor în cuşti, unde sunt hrăniţi cu sardine, macrou şi hering. Cererea atinge în prezent noi maxime, pe măsură ce moda sushi-ului l-a transformat într-un fel de mâncare preferat la nivel mondial.



Captura globală raportată a celor trei specii de ton roşu este actualmente de aproximativ 75.000 de tone pe an. E mai puţin decât în urmă cu 20 sau 40 de ani, dar capturile ilegale şi subraportarea acostărilor, fenomene larg răspândite şi constante timp de decenii, rămân substanţiale. Un demers temerar, care compară jurnalele de bord ale flotei japoneze de pescadoare specializate în captura de ton roşu (considerate extrem de precise) şi cantitatea de peşte vândută pe pieţele din Japonia dezvăluie o discrepanţă cel puţin dublă.

Principalele țări implicate în industria pescuitului au rezistat oricărei reduceri serioase a cotelor de pescuit. Prin urmare, singura modalitate de a asigura supraviețuirea pe termen lung este oprirea comerțului pentru cele mai periclitate specii. În 2010, World Wildlife Fund, experți în domeniul pescuitului ai Organizației Națiunilor Unite pentru Alimentație şi Agricultură şi ai Principatului Monaco au cerut interzicerea comerțului internațional cu ton roşu din mările nordice, dar propunerea a fost respinsă. În plus, chiar şi o interzicere totală a pescuitului în Marea Mediterană şi în nord-estul Atlanticului s-ar putea dovedi tardivă pentru prevenirea prăbuşirii arealului de pescuit al tonului roşu.

Şi, din păcate, este foarte dificil să creşti, din icre, toni roşii la o fermă maritimă, ca să zic aşa, pentru că, în mare parte, puietul mic şi fragil nu rezistă primelor trei sau patru săptămâni de viață. Cea mai reuşită antrepriză japoneză, Laboratorul Halieutic al Universității Kindai, a lucrat aproape 30 de ani la perfecționarea procesului, însă, chiar şi aşa, doar 1% dintre peşti au supraviețuit până la maturitate.

Scăderea capturilor şi provocările agricole au dus la o etichetare greşită în toată lumea, în special în Statele Unite. Există şanse foarte mari să mănânci o altă specie decât cele care figurează în meniul restaurantelor: în SUA, mai mult de jumătate din tonul servit în restaurante şi magazinele de sushi este etichetat greşit!

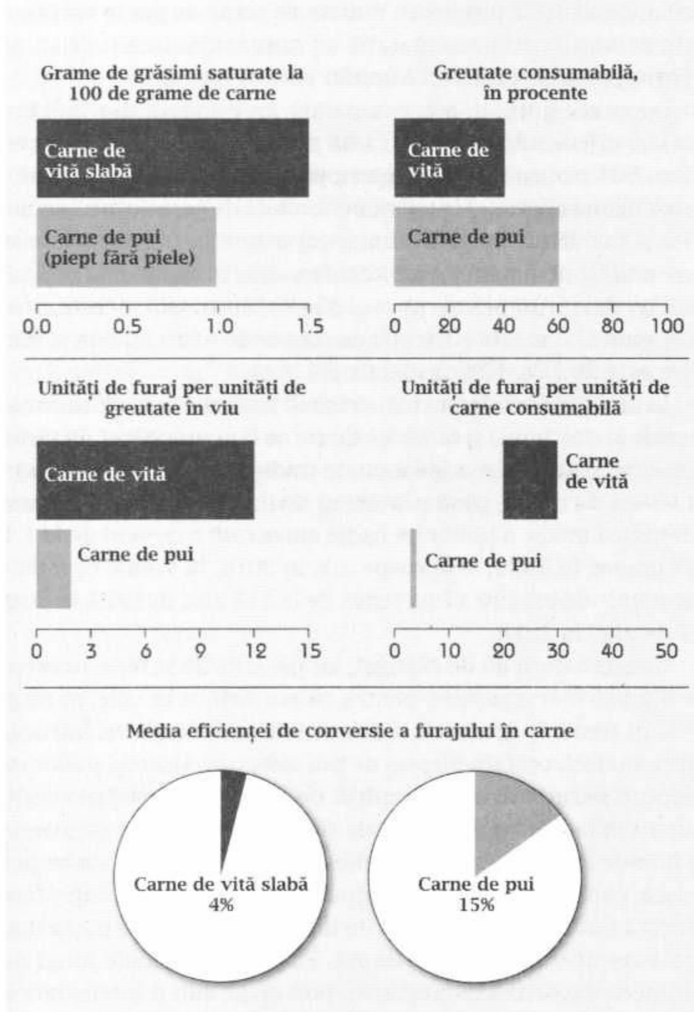
De ce carnea de pui este la putere

Generații întregi, carnea preferată în Statele Unite a fost cea de vită, urmată de cea de porc. În 1976, când consumul anual de vită a atins apogeul, ajungând la circa 40 de kilograme (fără os) pe cap de locuitor, acesta reprezenta aproape jumătate din cantitatea de carne consumată; carnea de pui reprezenta doar 20%. Dar, până în 2010, puiul a recuperat teren şi, în 2018, ponderea sa era de 36% din total, cu aproape 20% mai mult decât vita. În prezent, americanii consumă anual, în medie, 30 de kilograme de carne de pui fără os, cumpărată preponderent gata porționată sau procesată (cum este pieptul de pui dezosat de la Chicken McNuggets).

Obsesia constantă a americanilor pentru dietă – în acest caz, frica de colesterolul din alimente sau de grăsimile saturate din carnea roşie – a fost unul dintre factorii acestei schimbări. Cu toate acestea, diferențele nu sunt izbitoare: 100 de grame de carne slabă de vită conțin 1,5 grame de grăsimi saturate, prin comparație cu 1 gram pentru pieptul de pui fără os (care are, de fapt, mai mult colesterol). Dar principalul motiv pentru ascensiunea puiului a fost prețul său mai mic, ce reflectă avantajul său metabolic: nici un alt animal domestic terestru nu poate transforma furajul în carne la fel de eficient ca puii broiler, denumirea puilor hrăniți şi crescuți special pentru producția de carne. Progresele crescătoriilor moderne au mult de-a face cu această eficiență.

În anii 1930, media eficienței de furajare a puilor de carne (de aproximativ 5 unități de furaj per unitate de greutate în viu) nu era superioară celei a porcilor. Această rată a furajării a scăzut la jumătate la mijlocul anilor 1980, iar cele mai recente raporturi

dintre furaj şi carne calculate de Departamentul pentru Agricultură al SUA arată că, în prezent, este nevoie doar de 1,7 unităţi de furaj (folosind pentru standardizare furajul de porumb) pentru a produce o unitate de carne de pui în viu (înainte de sacrificare), comparativ cu aproape 5 unităţi de furaj pentru porci şi aproape 12 unităţi pentru bovine.



Deoarece greutatea consumabilă, ca pondere din greutatea vie, diferă substanțial în cazul principalelor specii de carne (circa 60% pentru pui, 53% pentru porc şi doar 40% pentru vită), recalcularea eficienței furajării per unitate de carne consumabilă

este şi mai lămuritoare. Ultimele raporturi au fost calculate la 3 – 4 unităţi de furaj per unitate de carne consumabilă pentru puii broiler, 9 – 10 pentru porc şi 20 – 30 pentru vită. Aceste cifre corespund cu media eficienţei de conversie a furajului în carne, care este de 15%, 10%, respectiv 4%.

În plus, puii broiler au fost crescuţi pentru a se maturiza mai repede şi a acumula o cantitate de carne fără precedent. Păsările crescute în aer liber, după metode tradiţionale, erau sacrificate la vârsta de un an, când cântăreau doar în jur de un kilogram. Greutatea medie a puilor de carne americani a crescut de la 1,1 kilograme, în 1925, la aproape 2,7, în 2018, în vreme ce intervalul tipic de hrănire a fost redus de la 112 zile, în 1925, la doar 47 de zile, în 2018.

Consumatorii au de câştigat, iar păsările de suferit. Acestea se îngraşă foarte repede, pentru că pot mânca în voie, în timp ce sunt ţinute în întuneric şi sub strictă supraveghere. Întrucât consumatorii preferă pieptul de pui slab, prin selecţia puilor cu piepturi excesiv de mari, centrul de greutate al păsărilor este împins în faţă, mişcările naturale sunt împiedicate, iar picioarele şi inimile lor sunt supuse presiunii. Oricum, păsările nu se pot mişca; conform Consiliului Naţional al Cărnii de Pui, suprafaţa alocată unui pui broiler este de doar 560 – 650 cm^2, puţin mai mare decât o foaie de hârtie A_4. Fiindcă perioadele lungi de întuneric favorizează creşterea, puii cresc sub o intensitate a luminii asemănătoare amurgului. Aceste condiţii le perturbă ritmurile circadiene şi comportamentale normale.

Pe de o parte, în spaţiile întunecate şi închise, am obţinut o durată redusă de viaţă (mai puţin de şapte săptămâni pentru o pasăre a cărei speranţă normală de viaţă este de până la opt ani) şi corpuri malformate; pe de altă parte, la sfârşitul anului 2019,

am obținut prețuri de vânzare cu amănuntul de aproximativ 2,94 dolari pe livră (6,47 dolari/kg) pentru pieptul de pui dezosat, prin comparație cu 4,98 dolari/livră pentru pulpa de vită şi 8,22 dolari/livră pentru vrăbioara la alegere.

Dar domnia puiului nu a devenit încă globală; grație poziției sale dominante în China şi Europa, carnea de porc are deocamdată, la nivel mondial, un avantaj de aproximativ 10%, în vreme ce carnea de vită este cea mai importantă pentru majoritatea țărilor sud-americane. Cu toate acestea, peste un deceniu sau două, puii de carne crescuți în masă, în spații închise, vor ajunge aproape cu siguranță pe locul întâi. Având în vedere această realitate, consumatorii ar trebui să fie dispuşi să plătească un preț ceva mai mare pentru ca producătorii să facă mai puțin stresantă scurta existență a puilor de came.

A (nu) bea vin

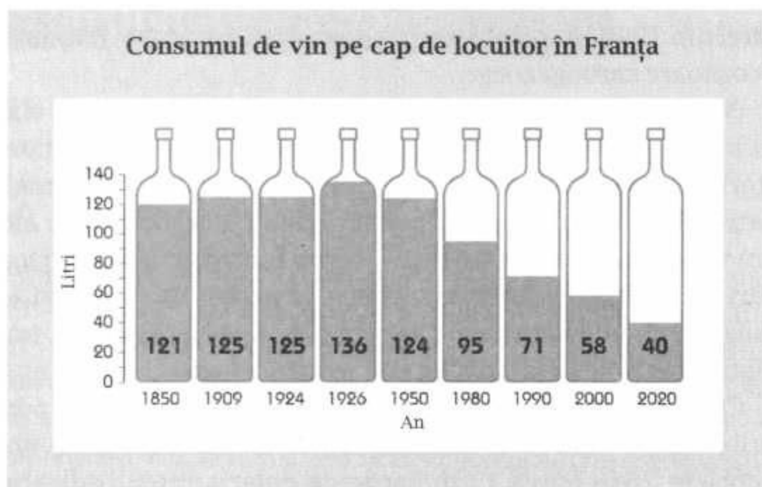
Franța şi vinul, ce legătură simbolică – şi, secole la rând, atât de trainică! Viticultura, introdusă de greci cu mult înainte ca romanii să cucerească Galia, larg răspândită în Evul Mediu şi devenită în cele din urmă un simbol al calității (Bordeaux, Bourgogne, Champagne), atât în țară, cât şi în străinătate, împreună cu consumul şi exportul de vin au căpătat de multă vreme un statut-cheie pentru identitatea națională. Țara a produs şi a băut vin dintotdeauna în cantități copioase, fermierii şi sătenii din regiunile viticole consumându-şi propriile recolte, iar

orașele și orășenii bucurându-se de o gamă largă de gusturi și prețuri.

În Franța, statisticile periodice ale consumului anual de vin datează din 1850, cu o medie ridicată, de 121 litri pe an – aproape două pahare medii (175 de mililitri) pe zi. Până în 1890, infestarea cu filoxeră (începută în 1863) a redus recolta de struguri a țării cu aproape 70%, comparativ cu vârful din 1875, iar podgoriile franceze au trebuit regenerate prin altoirea cu soiuri rezistente (majoritatea americane). Ca urmare, consumul anual de vin a fluctuat, dar importurile în creștere (în 1887, erau cât jumătate din producția internă) au împiedicat orice scădere accentuată a rezervei totale, iar regenerarea ulterioară a podgoriilor a făcut ca, în 1909, să se atingă cantitatea maximă a consumului de vin pe cap de locuitor pentru perioada antebelică. Această cotă a fost egalată în 1926, iar până în 1950 a crescut puțin, ajungând în jur de 124 de litri.

Nivelul de trai postbelic al francezilor a rămas surprinzător de scăzut: conform recensământului din 1954, doar 25% dintre locuințe aveau toaletă în interior și doar 10% aveau cadă, duș sau încălzire centrală. Dar toate acestea s-au schimbat rapid în anii 1960, iar creșterea bunăstării a provocat, de asemenea, modificări notabile în alimentație și un declin al consumului de vin. Până în 1980, media anuală pe cap de locuitor a scăzut la aproximativ 95 de litri pe an, până în 1990, la 71 de litri, iar până în anul 2000, la doar 58 de litri, înjumătățindu-se practic pe parcursul secolului XX. Secolul actual a înregistrat noi scăderi, iar cele mai recente date disponibile arată o medie de doar 40 de litri pe an, cu 70% sub recordul din 1926. Sondajul din 2015 (care va fi repetat în 2020) referitor la consumul de vin detaliază diferențele profunde dintre sexe și generații, explicând tendința de scădere.

Cu patruzeci de ani în urmă, mai mult de jumătate dintre adulții francezi beau vin aproape zilnic, dar, în prezent, ponderea adulților care beau regulat vin este de doar 16%. Mai precis, aceasta este de 23% în rândul bărbaților, 11% în rândul femeilor, respectiv 1% pentru categoria de vârstă 15 – 24 de ani, 5% pentru cei între 25 şi 34 de ani şi 38% pentru persoanele de peste 65 de ani. Evident, această diferență între sexe şi generații nu oferă nicio promisiune pentru creşterea consumului în viitor şi ea este valabilă pentru toate băuturile alcoolice: berea, lichiorurile şi cidrul au înregistrat, de asemenea, o scădere treptată a consumului, în vreme ce printre băuturile cu cea mai mare creştere pe cap de locuitor se numără apa minerală şi de izvor (care, din 1990, şi-a dublat cota), sucurile de fructe şi băuturile răcoritoare carbogazoase.



Pe măsură ce consumul de vin s-a transformat dintr-un obicei regulat într-un răsfăț ocazional, Franța a cedat întâietatea istorică la acest capitol Sloveniei şi Croației (ambele cu aproximativ 45 de litri pe cap de locuitor anual). Dar, deşi nici o altă țară tradițional

consumatoare de vin nu a înregistrat scăderi mai mari decât Franța – atât în termeni absoluți, cât şi relativi –, Italia s-a situat în apropiere, iar consumul de vin a scăzut, totodată, şi în Spania şi Grecia.

Cu toate acestea, există o tendință pozitivă, întrucât exporturile Franței sunt în continuare importante, stabilind un nou record în 2018 (circa 11 miliarde de dolari). Prețul ridicat al produselor franceze este dovedit de faptul că, deşi acestea reprezintă doar 15% din comerțul mondial de vinuri şi băuturi alcoolice, procentul din valoarea totală este de 30%. Americanii (al căror consum mediu de vin pe cap de locuitor a crescut cu peste 50% în ultimii 20 de ani) sunt cei mai mari importatori de vinuri franceze, iar cererea chinezilor recent îmbogățiți revendică o pondere tot mai mare din vânzări.

Însă, din păcate, în țara care a oferit lumii nenumărate *vins ordinaires,* precum şi exorbitant de scumpele *Grands Crus Classés,* clinchetul paharelor aburite şi urările de *santé* au devenit un obicei pe cale de dispariție.

Consumul rațional de carne

Consumul de carne, în general (şi carnea de vită, în special), a intrat acum pe o listă de obiceiuri extrem de indezirabile, întrucât vechile motive de îngrijorare referitoare la inconvenientele consumului – care variază de la presupusele efecte nocive asupra sănătății până la exploatarea terenurilor extrem de înalte şi amprenta foarte mare de apă necesară pentru creşterea furajului

– au fost completate de avertismentele aproape apocaliptice față de metanul eliminat de vite, ca factor-cheie al schimbărilor climatice globale. Realitățile nu sunt chiar atât de aprinse. Suntem – asemenea cimpanzeilor, primatele cel mai strâns înrudite cu noi, care vânează cu pasiune alte animale mai mici, cum ar fi alte maimuțe sau exemplare tinere de porci sălbatici – o specie omnivoră, carnea fiind mereu o parte importantă a alimentației noastre normale. Carnea (împreună cu laptele şi ouăle) este o sursă alimentară completă de proteine, necesare creşterii; ea conține vitamine importante (mai presus de toate, complexul B) şi minerale (fier, zinc, magneziu); de asemenea, este o sursă alimentară satisfăcătoare de lipide (grăsimi care oferă senzația de sațietate şi sunt, prin urmare, foarte apreciate de toate societățile tradiționale).

În mod inevitabil, animalele, în special vitele, convertesc ineficient furajul în carne (vezi „De ce carnea de pui este la putere”, p. 222), iar țările bogate şi-au extins producția de carne într-o asemenea măsură încât principala sarcină a agriculturii nu o mai reprezintă în prezent culturile agricole destinate oamenilor, ci furajării animalelor. În America de Nord şi Europa, aproximativ 60% din recolta totală este acum destinată producției de furaje, nu direct alimentației. Acest lucru are, desigur, consecințe majore asupra mediului, în special din cauza nevoii sporite de îngrăşăminte azotate şi apă. Pe de altă parte, ne putem face o idee destul de greşită dacă invocăm cifrele volumului mare de apă necesar producției de furaje pentru bovine. Necesarul minim de apă pe kilogram de carne de vită dezosată este, într-adevăr, ridicat, de ordinul a 15.000 de litri, însă doar o jumătate de litru ajunge să fie încorporată în carne, mai mult de 99 de procente fiind necesare pentru creşterea furajelor şi reintrând, în cele din urmă, în atmosferă prin evaporare, transpirația plantelor şi ploi.



Bucătăria grașilor: Pieter van der Heyden,
după Pieter Bruegel

În privința efectelor consumului de carne asupra sănătății, studiile efectuate pe scară largă arată că un consum moderat nu este asociat cu niciun efect advers, dar, dacă nu ai încredere în metodologia lor, poți compara, pur şi simplu, media națională a speranței de viață (vezi capitolul următor) cu media consumului de carne pe cap de locuitor. În vârful clasamentului longevității sunt japonezii (care consumă carne cu moderație; în 2018, aproximativ 40 de kilograme de carne în carcasă pe cap de locuitor), urmați de elvețieni (importanți consumatori de carne, cu peste 70 de kilograme), spanioli (cei mai mari consumatori de carne din Europa, cu peste 90 de kilograme), italieni (aflați în imediata lor apropiere, cu peste 80 de kilograme) şi australieni

(peste 90 de kilograme, dintre care doar 20 kg carne de vită). Şi cu asta gata despre legătura dintre carne şi longevitate.

În acelaşi timp, alimentația japoneză (de fapt, alimentația din Asia de Est, în general) arată că nu există beneficii suplimentare pentru sănătate sau pentru longevitate datorate consumului de carne şi acesta este motivul pentru care sunt un susținător acerb al consumului rațional de carne, bazat pe aporturi moderate din producția cu un impact ecologic foarte redus. Componentele-cheie ale acestei adoptări globale ar fi modificarea procentelor celor trei categorii de carne dominante. În 2018, producția mondială de circa 300 de milioane de tone de carne a fost împărțită în felul următor: 40% carne de porc, 37% carne de pui, respectiv 23% carne de vită; dacă am modifica procentele, obținând cote de 40%, 50% şi 10%, am reuşi cu uşurință (grație economiei făcute la furajele cerealiere prin reducerea producției ineficiente de carne de vită) să producem cu 30% mai multă carne de pui şi 20% carne de porc, înjumătățind totodată povara ecologică a producției de carne de vită, furnizând, în acelaşi timp, cel puțin 10% mai multă carne.

Noua cantitate totală de carne ar fi de aproape 350 de milioane de tone şi ar genera un raport de aproximativ 45 de kilograme de carcasă sau 25 – 30 de kilograme de carne comestibilă (fără os) pentru fiecare dintre cei 7,75 miliarde de locuitori ai planetei de la începutul anului 2020!

Această cantitate este similară cu cea medie consumată în ultimii ani în Japonia şi comparabilă cu cea preferată în prezent de o pondere semnificativă a populației Franței – o națiune consumatoare de carne prin excelență: un studiu francez recent arată că aproape 30% dintre locuitori au devenit *petits*

consommateurs, cu aporturi (de carne comestibilă) de doar 80 de grame pe zi sau aproximativ 29 de kilograme pe an.

Din perspectivă nutrițională, aportul anual de 25 – 30 de kilograme de carne comestibilă (presupunând un conținut de proteine de 25%) oferă aproximativ 20 de grame de proteine complete pe zi: cu 20% mai mult decât media recentă, dar obținute cu un impact mult redus asupra mediului şi oferind toate beneficiile pentru sănătate şi longevitate de care are parte un consumator moderat de carne.

Prin urmare, de ce nu am adopta obiceiurile practicate atât de cea mai longevivă populație, cât şi de francezii inteligenți? Ca în multe alte privințe, moderația se poate dovedi o soluție de durată...

Alimentația japoneză

Japonia modernă este o țară bogată pe hârtie, dar ai cărei locuitori sunt nevoiți să străbată distanțe lungi spre serviciu, în mijloace de transport înghesuite, să lucreze până seara târziu, beneficiind doar de vacanțe scurte, o țară cu încă prea mulți fumători, în care presiunile sociale pentru respectarea regulilor tradiționale sunt enorme. Totodată, există un risc omniprezent de cutremure majore, de erupții vulcanice (în multe părți ale țării) şi amenințarea sezonieră a unor valuri de caniculă şi taifunuri uriaşe (ca să nu mai vorbim de vecinătatea cu Coreea de Nord...). Cu toate acestea, în Japonia, speranța de viață la naştere este mai mare decât în cazul altor țări. Cele mai recente cifre

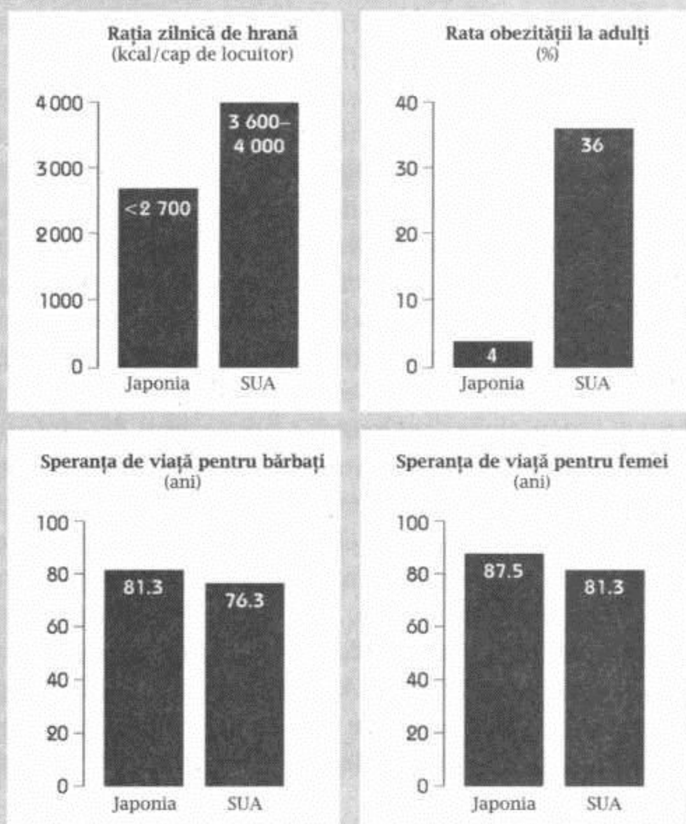
(femei/bărbați, valabile pentru intervalul 2015 – 2020) sunt: 87,5/81,3 ani pentru Japonia, 86,1/80,6 ani pentru Spania, 85,4/79,4 ani pentru Franța, 82,9/79,4 ani pentru Marea Britanie şi 81,3/76,3 ani pentru SUA. Şi mai remarcabil este faptul că, la 80 de ani, o japoneză are o speranță de viață suplimentară de 12 ani, prin comparație cu 10 ani în SUA şi 9,6 ani în Marea Britanie.

Oare explicația ține de trăsăturile genetice unice? Cel mai probabil, nu, întrucât insulele au fost populate de imigranți de pe continentul învecinat – şi, recent, un studiu amănunțit, care a analizat structura genetică şi evoluția populației japoneze, a confirmat că trăsăturile profilului moştenit provin mai ales din Coreea, dar şi de la populația Han din China şi din zonele geografice din Asia de Sud-Est.

Atunci, poate că explicația ține de convingerile religioase, puternice şi larg răspândite, de faptul că mintea este mai presus decât materia? Dar, mai degrabă decât religiozitatea, definitorie pentru mentalitatea japoneză este spiritualitatea şi nu există dovezi că tradiționalele credințe religioase sunt însuşite cu mai multă tărie decât în cazul altor națiuni numeroase, cu o moştenire culturală străveche.

Prin urmare, cea mai bună explicație ar trebui să fie alimentația, dar care parte din ea? Nu este prea util să ne concentrăm asupra mâncărurilor naționale preferate. Sosul de soia *(shôyù)* este întâlnit totodată în mare parte din Asia Continentală, din Myanmar până în Filipine, la fel şi pasta din boabe de soia *(töfu)* şi, într-o măsură mai mică, *nattö* (un alt fel de mâncare pe bază de soia, numai că fermentată). Poate că diferă nuanțele de culoare, însă ceaiul japonez – *ryokuchă* sau, pur şi simplu, *ochă,* frunzele de *Camellia sinensis* cel mai puțin

procesate – provine din China, țara care este, în continuare, cea mai mare producătoare şi consumatoare de ceai (nu şi în privința consumului pe cap de locuitor). Însă bilanțurile alimentare (evidențele despre aprovizionarea comercială cu amănuntul, excluzând deşeurile alimentare) prezintă diferențe importante de compoziție între macronutrienții alimentațiilor obişnuite japoneze, franceze şi americane. Alimentele de origine animală furnizează 35% din totalul energiei alimentare din Franța, 27% în SUA, însă numai 20% în Japonia.



Doar că această preferință pentru o alimentație semnificativ bazată pe plante este mai puțin importantă decât ponderea energiei alimentare provenită din grăsimi (lipide, de origine vegetală sau animală) şi din zahăr şi alți îndulcitori. Atât în SUA, cât şi în Franța, grăsimile alimentare asigură de aproape două ori (1,8, mai exact) mai multă energie alimentară decât în Japonia, în timp ce americanii au la dispoziție zilnic de aproape 2,5 ori mai mult zahăr şi îndulcitori decât japonezii (în SUA, dominant este

siropul de porumb, cu un conținut ridicat de fructoză) şi de 1,5 mai mult decât francezii. Ținând cont că acestea sunt doar corelații statistice largi, nu afirmații cauzale, am putea concluziona că, prin eliminarea factorilor nutriționali probabili, aporturile reduse de zahăr şi grăsimi ar putea fi nişte factori codeterminanți importanți ai longevității.

Dar aceste aporturi relativ scăzute fac parte din ceea ce, după părerea mea, reprezintă, de departe, cel mai important factor explicativ al autenticei excepționalități japoneze: remarcabil de modesta medie a rației de alimente pe cap de locuitor. În timp ce bilanțul alimentar al aproape tuturor țărilor occidentale bogate (fie că este vorba despre SUA, Spania, Franța sau Germania) arată o disponibilitate zilnică între 3.400 şi 4.000 de kilocalorii pe cap de locuitor, cota japoneză este în prezent sub 2.700 de kilocalorii, cu 25% mai mică. Desigur, consumul mediu real nu poate fi de 3.500 de kilocalorii pe zi (doar bărbații de statură mare, care fac munci fizice grele au nevoie de atât de multă hrană), dar chiar şi după ce scădem un procent impardonabil de mare cauzat de risipa de alimente, această cantitate mare se traduce prin consum excesiv (şi obezitate).

Prin comparație, studiile referitoare la consumul real de alimente arată că media zilnică japoneză este acum mai mică de 1.900 de kilocalorii, corelată la distribuția pe vârste şi activitatea fizică a populației japoneze în curs de îmbătrânire. Asta înseamnă că, probabil, cea mai importantă explicație pentru supremația longevității japoneze este destul de simplă: un consum, în general, moderat de alimente, conform obiceiului exprimat cu ajutorul a doar patru caractere kanji, (*hara hachi bun me,* „umple burta opt părți [din zece]”), un vechi precept confucianist şi un alt import de vază din China. Numai că japonezii, spre deosebire de petrecăreții chinezi, care irosesc alimentele, chiar îl practică.

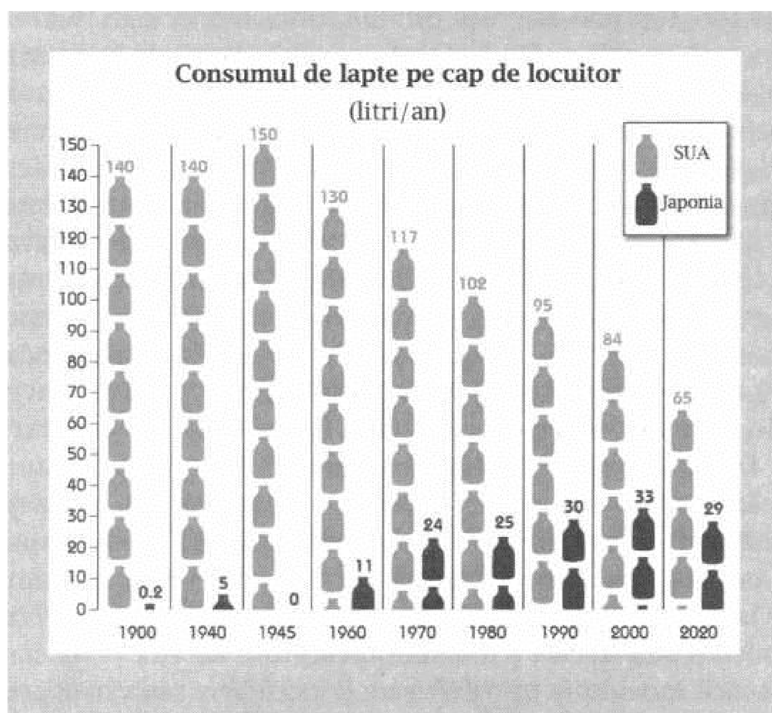
Produsele lactate – contratendinţe

Aproape toţi nou-născuţii produc suficientă lactază, enzima necesară transformării lactozei, un zahăr (o dizaharidă compusă din glucoză şi galactoză), din laptele matern. Doar o mică parte dintre bebeluşi prezintă un deficit congenital de lactază (adică intoleranţă la lactoză). La adulţi, însă, capacitatea de a digera laptele diferă. În societăţile care au crescut iniţial oi sau au deţinut animale domestice de lapte, capacitatea de a digera lactoza persistă, în vreme ce, în societăţile care nu au continuat să crească animale de lapte, această capacitate a slăbit sau chiar a dispărut. De obicei, această deficienţă se traduce doar printr-un disconfort abdominal după ingerarea unei cantităţi mici de lapte, însă poate provoca şi greaţă sau chiar vărsături.

Evoluţia a produs nişte tipare complexe ale acestor trăsături, creând populaţii cu deficit de lactază, înconjurate de populaţii consumatoare de lapte (de exemplu, chinezii, care nu beau lapte, se învecinează la nord şi la vest cu mongolii, băutori de lapte de iapă, respectiv tibetanii, băutori de lapte de iac) sau chiar societăţi amestecate (cum sunt crescătorii de vite şi cei care practică agricultura prin defrişare şi incendiere sau vânătoarea din Africa Subsahariană).

Având în vedere aceste realităţi, este remarcabil că modernizarea economică a creat două rezultate contraintuitive: zonele consumatoare de lactate au înregistrat un declin prelungit al consumului de lapte pe cap de locuitor, în vreme ce, în societăţi

neconsumatoare de lapte în mod tradițional, cererea de lapte proaspăt şi produse lactate a urcat de la aproape zero la cantități apreciabile. La începutul secolului XX, în SUA, consumul anual de lapte proaspăt (inclusiv smântână) era de aproximativ 140 de litri pe cap de locuitor (80% din cantitate fiind reprezentată de laptele integral); în 1945, s-a înregistrat un vârf de consum, de circa 150 de litri, care, până în 2018, a scăzut cu mai mult de 55%, ajungând la 66 de litri. În paralel, scăderea cererii pentru produse lactate, în general, a fost mai lentă, în mare parte datorită creşterii consumului de mozzarella conținută de pizza americană.



Printre factorii-cheie ai declinului se numără consumul sporit de carne şi peşte (care oferă proteinele şi grăsimile obținute

anterior din lapte) şi deceniile de avertismente referitoare la efectul dăunător al consumului de grăsimi saturate din lapte, în cele din urmă, această concluzie a fost infirmată, cele mai recente descoperiri arătând că grăsimile din lapte scad, de fapt, frecvența bolilor coronariene şi mortalitatea cauzată de accidentele vascular-cerebrale, doar că aceste descoperiri au sosit prea târziu pentru industria intrată în declin. Un regres similar s-a înregistrat şi în rândul principalelor țări consumatoare de lactate din Europa, unde, în mod tradițional, cantitățile ridicate de lapte băut erau însoțite de un consum zilnic de brânzeturi. Cel mai remarcabil este că, în Franța, consumul anual pe cap de locuitor, de circa 100 de litri, în anii 1950, a scăzut, până în 2018, la 45 de litri.

Japonia este cel mai bun exemplu de țară neconsumatoare de lapte în care consumul de lactate a crescut. În 1906, rația anuală pe cap de locuitor era mai mică de un litru, ajungând, până în 1941, la 5,4 litri. Adică vreo 15 mililitri (o lingură) de lapte pe zi; în realitate, acest lucru însemna, că, până în 1945, în momentul ocupării țării de către trupele americane, niciun japonez, cu excepția câtorva locuitori ai metropolelor, nu băuse niciodată lapte şi nici nu mâncase iaurt sau brânză. Laptele a fost introdus în şcoli prin Programul Național al Prânzului Şcolar, pentru a elimina discrepanțele de creştere dintre copiii din mediul rural şi cei din mediul urban, iar media a crescut la 25 de litri pe cap de locuitor, în 1980, şi la 33 de litri pe cap de locuitor, în 2000, când consumul total de lactate (inclusiv brânză şi iaurt) a ajuns la 80 de litri pe an!

Ținând cont de dimensiunile țării, adoptarea produselor lactate de către chinezi a fost, evident, mai lentă, dar ratele medii au crescut, de la minimele neglijabile din anii 1950, la 3 litri pe cap de locuitor, în anii 1970 (înainte de începutul modernizării

rapide a Chinei), ajungând în prezent la peste 30 de litri – mai mult decât Coreea de Sud, o altă cultură nebăutoare de lapte în mod tradițional, care consumă în prezent lapte, brânzeturi şi iaurt. Diversificarea alimentației, uşurința cu care se găsesc produsele lactate în societățile urbane moderne, reducerea dimensiunilor familiilor şi ponderea crescută a femeilor de la oraş care lucrează au fost principalii factori promotori ai tranziției chineze, susținută şi de guvern, care a ridicat statutul laptelui, promovându-l ca pe un aliment sănătos, atractiv, în ciuda faptului că acesta era, uneori, de proastă calitate sau de-a dreptul alterat: în 2008, aproximativ 300.000 de copii şi bebeluşi au fost afectați de laptele tratat cu melamină, o substanță chimică industrială, adăugată pentru a creşte nitrogenul din lapte şi, astfel, conținutul aparent de proteine.

Dar cum au reuşit societățile cu deficit de lactază să treacă prin această schimbare? Pentru că intoleranța la lactoză nu este universală şi pentru că este, mai degrabă, relativă decât absolută. Patru cincimi dintre japonezi nu au niciun fel de probleme dacă beau un pahar de lapte pe zi, iar acest lucru se traduce printr-un consum anual de peste 70 de litri – mai mult decât media americană recentă!

Iar fermentația elimină progresiv lactoza, brânzeturile proaspete (cum ar fi ricotta) reținând mai puțin de o treime din lactoza prezentă în lapte, în vreme ce soiurile de brânză tare (cum ar fi Cheddar sau Parmigiano) mai conțin doar urme de lactoză. Totodată, deşi iaurtul păstrează aproape toată lactoza originală, enzimele sale bacteriene facilitează digestia. Laptele, un aliment ideal pentru bebeluşi, este, de asemenea, cu moderație, im aliment excelent pentru oricine... mai puțin pentru cei cu o intoleranță gravă la lactoză.

Mediul înconjurător – deteriorarea şi protejarea lumii noastre

Animale vs. Obiecte –

care sunt mai diverse?

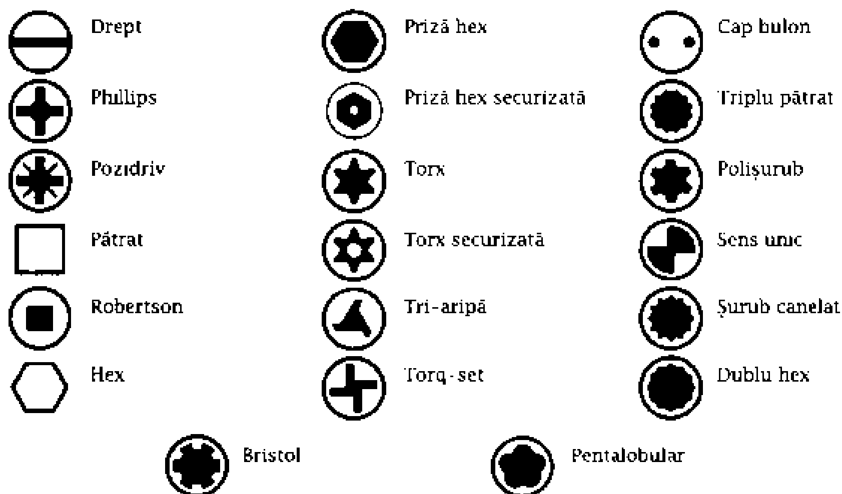
Numărarea speciilor de viețuitoare este în continuare incompletă. În cei 250 de ani de când Carl Linnaeus a înființat sistemul taxonomic modern, am clasificat în jur de 1,25 de milioane de specii, aproximativ trei sferturi dintre acestea fiind animale. Alte 17 procente sunt plante, iar restul, ciuperci şi microbi. Aceasta este numărătoarea oficială – numărul speciilor încă nerecunoscute ar putea fi de câteva ori mai mare.

Diversitatea obiectelor create de om este la fel de bogată. Deşi comparațiile mele conțin nu doar proverbialele mere cu pere, ci şi merele cu automobilele, ele dezvăluie totuşi roadele muncii mele.

Voi construi o taxonomie cu toate obiectele create de om, creând o clasificare analoagă celei a organismelor vii. Domeniul tuturor creațiilor umane este echivalent cu cel al eucariotelor (totalul organismelor care au nuclee în celule), care conține trei mari regnuri: ciuperci, plante şi animale. Eu postulez că domeniul

tuturor obiectelor create de om conține un regn de artefacte complexe, cu multiple componente, echivalent cu regnul animal, în cadrul acestui regn, avem încrengătura artefactelor alimentate cu electricitate, echivalentă cu cea a cordatelor, animalele cu cordon nervos dorsal. În cadrul încrengăturii, se găseşte o clasă de artefacte mobile, echivalentă cu cea a mamiferelor. Iar în cadrul clasei, se găseşte ordinul artefactelor destinate comunicării, echivalent cu cel al cetaceelor, adică al balenelor, delfinilor şi marsuinilor şi care conține familia telefoanelor, echivalentă cu *Delphinidae,* familia delfinilor oceanici.

Familiile cuprind genuri; de exemplu, *Delphinus* (delfinul comun), *Orcinus* (orca) şi *Tursiops* (delfinul cu bot gros). Şi potrivit GSM Arena, care monitorizează industria telefoanelor mobile, la începutul anului 2019 existau peste 110 genuri (mărci) de telefoane mobile. Unele genuri conțin o singură specie; de exemplu, *Orcinus* conține doar *Orcinus orca,* balena ucigaşă. Alte genuri sunt bogate în specii. În domeniul telefoanelor mobile, nici o altă companie nu este mai bogată decât Samsung, care include în prezent aproape 1.200 de dispozitive. Ea este urmată de LG, cu peste 600, şi de Motorola şi Nokia, cu aproape 500 de modele fiecare. În total, la începutul anului 2019, existau aproximativ 9.500 de „specii” de telefoane mobile diferite, iar acest total este considerabil mai mare decât diversitatea cunoscută a mamiferelor (mai puțin de 5.500 de specii).



Capuri de şurubelniță: un exemplu cotidian de diversitate a designului

Chiar dacă admitem să considerăm că telefoanele mobile sunt doar nişte varietăți ale aceleiaşi specii (cum sunt, de exemplu, tigrii din Bengal, din Siberia şi din Sumatra), există multe alte cifre care ilustrează cât de diverse sunt creațiile noastre. Asociația Mondială a Oțelului enumeră aproximativ 3.500 de clase de oțel, mai mult decât totalul speciilor de rozătoare cunoscute. Şuruburile sunt o altă supercategorie: dacă adunăm toate combinațiile posibile, începând de la materialul şuruburilor (de la aluminiu la titan), la tipurile de şurub (pentru plafoane, pentru gips-carton, pentru mecanisme sau pentru tablă), la capurile şuruburilor (de la hexagonal cu guler la şurub cu cap înecat), la tipul de şurubelniță (cu cap drept, hex, Phillips sau Robertson), la capete şi vârfuri de şurub (plat sau conic), până la dimensiunile şuruburilor (conform sistemului metric sau folosind alte unități), obținem câteva milioane de „specii” de şuruburi posibile.

Dintr-o altă perspectivă, am depăşit natura şi în privința gamei de mărime. Cel mai mic mamifer terestru, chițcanul etrusc, cântăreşte doar 1,3 grame, pe când cel mai mare, elefantul african, cântăreşte, în medie, aproximativ 5 tone. Adică o diferență de şase ordine de mărime. Motoarele pentru vibrații produse în masă pentru telefoanele mobile sunt comparabile cu greutatea chițcanului, pe când cele mai mari compresoare centrifuge acționate de motoare electrice cântăresc în jur de 50 de tone, adică o diferență de şapte ordine de mărime.

Cea mai mică pasăre, colibriul-albină, cântăreşte în jur de 2 grame, pe când cea mai mare pasăre zburătoare, condorul andin, poate atinge 15 kilograme, o diferență de aproape patru ordine de mărime. Dronele miniaturale din zilele noastre cântăresc chiar şi 5 grame, prin comparație cu un Airbus 380, complet încărcat, care cântăreşte 570 de tone – o diferență de opt ordine de mărime.

Şi creațiile noastre au un avantaj funcțional cheie: pot activa şi supraviețui destul de mult timp pe cont propriu, spre deosebire de corpurile noastre (şi ale tuturor animalelor), care depind de un microbiom funcțional – numărul celulelor bacteriene din intestinele noastre este cel puțin egal cu cel al celulelor din organismul nostru. Asta-i viața.

Planeta vacilor

De ani de zile încerc să-mi imaginez cum ar părea Pământul în urma unei cercetări complexe şi cu discernământ inițiată de

nişte extratereştri extraordinar de inteligenți. Desigur, cercetarea ar concluziona imediat, după numărarea tuturor organismelor, că majoritatea exemplarelor sunt fie microscopice (bacterii, arhebacterii, protiste, ciuperci, alge) sau foarte mici (insecte), dar şi că, la un loc, greutatea lor domină biomasa planetară.

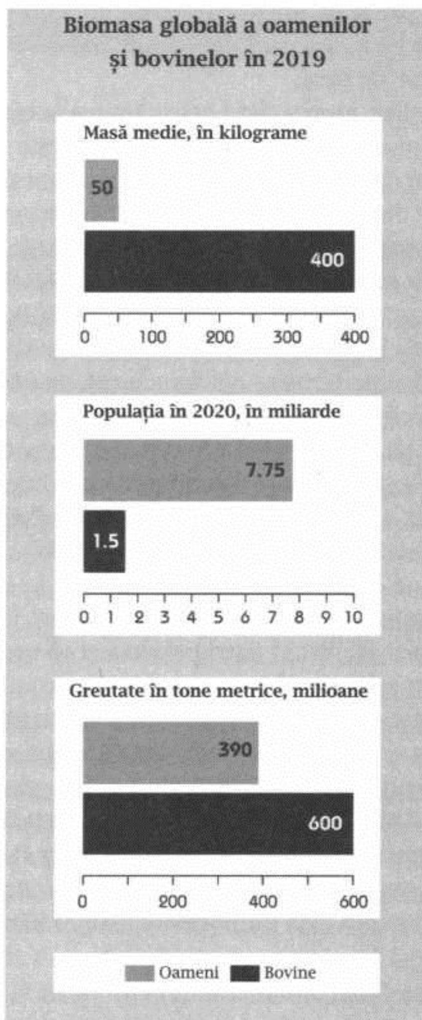
Nu ar fi prea surprinzător. Aceste creaturi minuscule compensează prin număr ceea ce nu pot obține prin dimensiune. Microbii ocupă orice nişă posibilă a biosferei, inclusiv mediile extreme. Bacteriile reprezintă aproximativ 90% dintre celulele vii ale corpului uman şi până la 3% din greutatea sa totală. Însă surprinzător la tabloul zugrăvit de cercetare ar fi nivelul macroscopic, dominat de doar două vertebrate: bovine *(Bos taurus)* şi oameni *(Homo sapiens),* în această ordine.

Spre deosebire de savanții extratereştri, noi nu avem o reprezentare imediată a informațiilor. Chiar şi aşa, putem cuantifica zoomasa vitelor şi biomasa umană (antropomasa) cu un grad înalt de precizie. Cunoaştem numărul rumegătoarelor mari, domestice din toate țările cu venituri ridicate, iar acesta poate fi estimat şi pentru țările cu venituri reduse sau chiar pentru societățile care cresc oi. Organizația Națiunilor Unite pentru Alimentație şi Agricultură estimează că, în 2020, la nivel mondial, numărul bovinelor era de aproximativ 1,5 miliarde de capete.

Pentru a transforma aceste cifre în biomasă vie, trebuie să le ajustăm în funcție de vârstă şi de distribuția pe sexe. Taurii mari cântăresc peste 1.000 de kilograme, vacile americane de carne sunt sacrificate când ating în jur de 600 de kilograme, însă vitele braziliene iau drumul piețelor când cântăresc mai puțin de 230 de kilograme, iar un exemplar din faimoasa rasă de lapte Gir din India cântăreşte la maturitate sub 350 de kilograme. O bună

aproximare este să presupunem o masă corporală medie, indiferent de sex şi vârstă, de aproximativ 400 de kilograme; asta înseamnă că zoomasa totală a bovinelor vii este de circa 600 de milioane de tone.

În mod similar, atunci când calculăm masa totală a omenirii, trebuie să ținem cont de vârsta şi greutățile corporale ale populațiilor. În țările cu venituri reduse, procentul copiilor este mult mai mare decât în țările bogate (în 2020, acesta era de circa 40% în Africa, prin comparație cu aproximativ 15% în Europa). Totodată, cota persoanelor supraponderale şi obeze variază, de la un procent neglijabil (în Africa) până la 70% din populația adultă (în Statele Unite). De aceea folosesc medii specifice pentru diferite continente, derivate din structurile de vârstă şi sex ale populației, precum şi din studiile antropometrice şi curbele de dezvoltare ale țărilor reprezentative. Această ajustare complexă produce o medie de greutate de aproximativ 50 de kilograme pe cap de locuitor – ceea ce, ținând cont de cei 7,75 miliarde de locuitori ai planetei, implică o antropomasă globală de aproape 390 de milioane de tone, în 2020.



Asta înseamnă că zoomasa bovinelor este, în prezent, cu peste 50% mai mare decât antropomasa şi că greutatea în viu a celor două specii la un loc se apropie de un miliard de tone. Chiar şi cele mai mari mamifere sălbatice nu reprezintă decât o mică parte din această masă: cei 350.000 de elefanți din Africa, cu o greutate corporală medie de 2.800 de kilograme, au o zoomasă cumulată

mai mică de 1 milion de tone, adică mai puțin de 0,2% din zoomasa bovinelor. Până în 2050, vor fi 9 miliarde de oameni şi, cel mai probabil, 2 miliarde de vite, consolidându-şi împreună dominația deja zdrobitoare asupra Pământului.

Moartea elefanților

Elefanții africani sunt cele mai mari mamifere terestre din lume: masculii adulți pot cântări peste 6.000 de kilograme, femelele aproximativ jumătate din greutate, iar nou-născuții circa 100 de kilograme. Sunt animale sociale, inteligente, cu o memorie proverbială şi halucinant de conştienți de moarte, după cum o dovedeşte comportamentul lor când întâlnesc oasele strămoşilor lor, zăbovind în acele locuri şi atingând rămăşițele. Deşi oasele lor au rămas în Africa, colții lor au fost transformați adesea în claviaturi de pian sau bibelouri de fildeş, aşezate deasupra şemineurilor.

Egiptenii antici vânau elefanții, iar cartaginezii i-au folosit în războaiele cu Roma până când, în cele din urmă, aceştia au dispărut din Africa de Nord, rămânând în număr mare doar la sud de Sahara. Cea mai bună estimare disponibilă referitoare la capacitatea continentală maximă (inclusiv elefanții de pădure, de dimensiuni mai mici) este de aproximativ 27 de milioane de animale, la începutul secolului al XIX-lea; în realitate, numărul lor a fost, probabil, în jur de 20 de milioane. În zilele noastre, însă, au rămas cu mult sub un milion de exemplare.

Reconstituirile istorice ale comerţului cu fildeş arată un flux destul de constant, de aproximativ 100 de tone pe an până în 1860, urmat de o creştere de cinci ori a acestei cifre după 1900. Comerţul s-a prăbuşit în timpul Primului Război Mondial, apoi, pentru o scurtă perioadă, a crescut din nou, înaintea unui alt declin provocat de război, pentru ca să-şi reia creşterea, ajungând la un nivel maxim de 900 de tone pe an la finalul anilor 1980. Am adunat aceste recoltări fluctuante şi am obţinut un număr total de extracţii de fildeş de 55.000 de tone pe parcursul secolului al XIX-lea şi de cel puţin 40.000 de tone în timpul secolului XX.



Unde mai trăiesc încă elefanţi africani

Această ultimă cifră înseamnă că au fost uciși cel puțin 12 milioane de elefanți. Înainte de 1970, nu există niciun studiu sistematic de încredere referitor la numărul elefanților rămași în viață, iar estimările continentale indică scăderi constante în ultimele decenii ale secolului XX. Marele Recensământ al Elefanților, un proiect finanțat de regretatul cofondator al companiei Microsoft Paul G. Allen, s-a bazat pe supravegherea aeriană a 80% din arealul elefanților de savană. În 2016, când a fost finalizat, numărul final rezultat a fost de 352.271 de elefanți, cu 30% mai mic decât cea mai optimistă estimare de la mijlocul anilor 1980.

Alte noutăți sunt foarte descurajante: între 2009 și 2014, numărul elefanților din Mozambic s-a redus la jumătate, scăzând la 10.000 de exemplare și, în același interval, în Tanzania au fost uciși peste 85.000 de elefanți, populația lor totală ajungând de la aproximativ 110.000 la doar 43.000 de exemplare (diferența o reprezintă rata anuală a natalității lor, de 5%). Noile analize ADN făcute pe capturile de fildeș dintre anii 1996 și 2014 au stabilit că 85% din vânatul ilegal provine din estul Africii, cu precădere din Rezervația pentru Vânătoare Selous din Tanzania, din Rezervația Niassa din nordul Mozambicului și, în ultimul timp, din centrul Tanzaniei.

Cea mai mare vină a avut-o China, cu o cerere continuă de fildeș, transformat adesea în minuțioase sculpturi kitsch, inclusiv în statuete reprezentându-l pe Mao Zedong, responsabil de cea mai îngrozitoare foamete din istoria omenirii. Recent, presiunea internațională a dat roade și, în cele din urmă, Consiliul de Stat Chinez a interzis în totalitate comerțul și activitățile de procesare a fildeșului începând cu finalul anului 2017. Acest lucru a avut unele efecte pozitive, numai că turiștii chinezi continuă să cumpere obiecte de fildeș atunci când călătoresc în țările vecine.

Iar dacă s-ar pune capăt măcelului, unele regiuni africane s-ar putea confrunta cu o nouă problemă, una evidentă în anumite părți ale Africii de Sud: excesul de elefanți. Numărul tot mai mare al acestor animale mari şi potențial periculoase nu este uşor de gestionat, mai ales dacă trăiesc în apropierea agricultorilor şi păstorilor.

De ce e posibil că era antropocenă să nu fi sosit încă

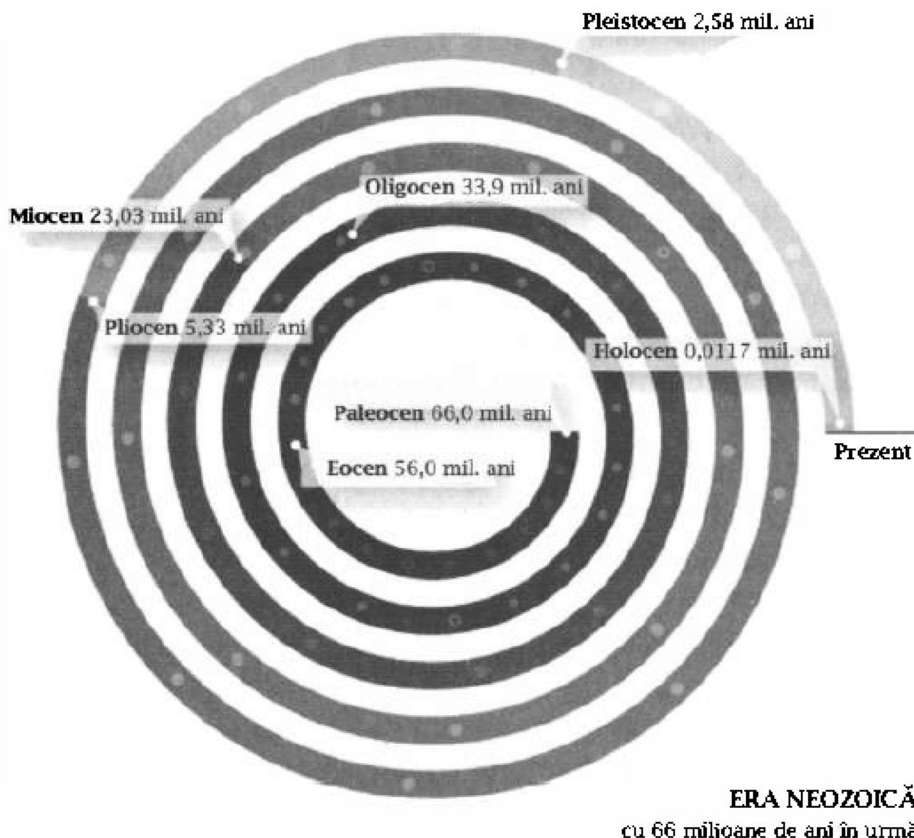
Mulți istorici şi oameni de ştiință susțin că trăim în Antropocen, o eră nouă, caracterizată prin controlul uman asupra biosferei. În mai 2019, Grupul de Lucru pentru Antropocen a votat oficial recunoaşterea acestei noi ere geologice, iar propunerea sa va fi analizată de Comisia Internațională de Stratigrafie, care decide în privința denumirilor epocilor.

Reacția mea, imitându-i pe romani: *Festina lente.* „Grăbiți-vă încet”.

Ca să fiu clar de la bun început, trebuie să spun că nu există nicio îndoială cu privire la omniprezența interferenței noastre în ciclurile biogeochimice globale şi distrugerea biodiversității în urma acțiunilor umane: deversarea de deşeuri în masă, defrişarea pe scară largă şi eroziunea accelerată a solurilor, extinderea globală a poluării generate de agricultură, oraşe, industrii şi transporturi. Împreună, aceste efecte provocate de om sunt fără

precedent şi se petrec pe o scară ce ar putea periclita viitorul speciei noastre.

Dar este oare chiar atât de complet controlul exercitat de noi asupra planetei? Există o mulţime de dovezi contrare. Variabilele fundamentale care fac posibilă viaţa pe Pământ – reacţiile termonucleare ce alimentează soarele, învăluind planeta în radiaţii, forma ei, rotaţia, înclinarea, excentricitatea căii sale orbitale („stimulatorul cardiac” al epocilor glaciare) şi circulaţia atmosferei sale – sunt în totalitate dincolo de orice interferenţă umană. Totodată, nu putem spera niciodată că vom reuşi să controlăm enormele procese de terraformare – plăcile tectonice ale Pământului, acţionate de căldura internă, care creează, încet, dar constant, un fund oceanic nou; formarea, remodelarea şi înălţarea maselor terestre, a căror distribuţie şi altitudine reprezintă factori-cheie ai variabilităţii şi caracterului locuibil al climei.



Erele geologice şi Antropocenul

De asemenea, nu suntem decât nişte simpli spectatori care asistă la erupțiile vulcanice, cutremure şi tsunami-uri, cele mai violente trei consecințe ale mişcării plăcilor tectonice. Putem trăi în prezența manifestărilor lor frecvente, moderate, numai că supraviețuirea câtorva dintre cele mai mari oraşe ale lumii – în special Tokyo, Los Angeles şi Beijing – depinde de absența mega-cutremurelor şi însăşi esența întregii civilizații moderne ar putea fi distrusă de erupții vulcanice masive. Chiar şi atunci când măsurăm timpul nu în termeni geologici, ci în termeni legați de

civilizație, tot ne confruntăm cu amenințări deloc neglijabile din partea asteroizilor, ale căror trasee pot fi anticipate, dar nu și modificate.

An de an, aceste evenimente au o probabilitate foarte mică să se producă, dar, din cauza enormelor efecte distructive, nu se compară cu nimic din istoria umanității. Nu avem o soluție bună pentru ele, dar nici nu ne putem preface că, pe termen lung, vor fi mai puțin relevante decât distrugerea speciilor forestiere sau arderea combustibililor fosili.

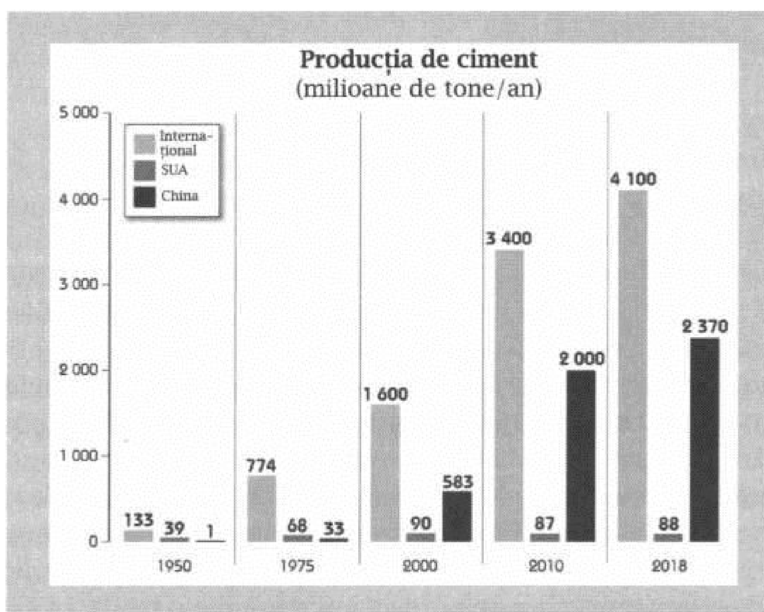
În plus, de ce ne grăbim să ne ridicăm statutul, proclamându-ne creatorii unei noi ere geologice, în loc să așteptăm puțin, să vedem cât va dura experimentul condus de *Homo sapiens?* Fiecare dintre cele șase epoci ale Neozoicului – de la începutul Paleocenului, în urmă cu 66 de milioane de ani, până la începutul Holocenului, cu 11.700 de ani în urmă – a durat cel puțin 2,5 milioane de ani, inclusiv cele două ere anterioare (Pliocenul și Pleistocenul), iar în prezent ne aflăm la mai puțin de 12.000 de ani de la debutul Holocenului. Dacă Antropocenul există într-adevăr, nu este mai vechi de 8.000 de ani (pornind numărătoarea de la începutul agriculturii stabile) sau de 150 de ani (dacă socotim din momentul în care am început arderea combustibililor fosili).

Va trebui să mai rezistăm încă vreo 10.000 de ani – o banalitate pentru cititorii de science-fiction, o eternitate pentru o civilizație modernă, mare consumatoare de energie – până să ne batem singuri pe umăr, dând numele unei epoci modelate de acțiunile noastre. Între timp, hai mai bine să așteptăm înainte să stabilim dacă amprenta noastră asupra planetei nu este altceva decât un microstrat modest în registrul geologic.

Fapte beton

Romanii au inventat betonul, un amestec de pietriş (nisip, piatră concasată), apă şi un liant. L-au numit *opus caementitium,* deşi acest material de construcție utilizat pe scară largă nu conținea ciment modern (fabricat din var, argilă şi oxizi metalici, arşi în cuptoare rotative la o temperatură ridicată şi apoi măcinați într-o pulbere fină), ci mai degrabă un amestec de ghips şi var nestins – iar cea mai bună varietate a sa era făcută cu nisip vulcanic din Puteoli, din apropierea Muntelui Vezuviu. Prin adăugarea sa, obțineau un material de excepție, potrivit pentru construcțiile masive (Panteonul Roman, 118 – 126 d. Hr., are, în continuare, cea mai mare cupolă din lume pentru care nu s-a folosit betonul armat), precum şi pentru construcțiile subacvatice din porturile mediteraneene, inclusiv din Cezarea antică (în Israelul de astăzi).

Producția modernă de ciment a început în 1824, când Joseph Aspdin a brevetat arderea calcarului şi argilei la temperaturi ridicate. Transformarea aluminei şi dioxidului de siliciu într-un solid amorf, necristalin (vitrificare, acelaşi tip de proces folosit la fabricarea sticlei) produce noduli mici sau bulgări de zgură sticloasă, ce reprezintă baza producției de ciment. Cimentul este apoi amestecat cu apă (10 – 15% din masa finală) şi agregat (nisip, pietriş, reprezentând 60 – 75% din masa totală) pentru a obține betonul, un material maleabil, rezistent la compresie, dar mai puțin la tensiune.



Tensionarea defectuoasă poate fi contracarată prin armarea cu oțel. Primele încercări în acest sens au avut loc în Franța, la începutul anilor 1860, dar tehnica a căpătat avânt în anii 1880. Secolul XX a fost o eră a betonului armat. În 1903, clădirea Ingalls din Cincinanti a devenit primul zgârie-nori din lume construit din oțel armat; în anii 1930, inginerii structurali au început să folosească beton precomprimat (cu fire sau bare de oțel tensionate), iar începând din 1950, materialul a fost folosit pentru clădiri cu înălțimi şi funcționalități diferite – turnul Burj Khalifa din Dubai este cel mai înalt din lume, în timp ce aşa-numitele vele construite de Jorn Utzon pentru Opera din Sidney reprezintă, probabil, cea mai impresionantă utilizare a materialului. Betonul armat a făcut posibilă construirea masivelor baraje hidroelectrice: cel mai mare din lume, barajul Cele Trei Defileuri din China, conține o cantitate de trei ori mai mare de beton armat decât cel mai mare baraj american, Grand Coulee. Podurile de beton sunt,

de asemenea, ceva obişnuit: podul de pe râul Beipan este, în prezent, cel mai mare pod arcuit de beton din lume, întinzându-se peste defileul de 445 de metri dintre două provincii chineze. Dar, în cea mai mare parte, betonul este folosit în moduri neremarcabile vizual, sub forma miliardelor de traverse de cale ferată, a drumurilor pavate, a autostrăzilor, parcărilor, porturilor, pistelor şi căilor de rulare ale aeroporturilor.

Între 1900 şi 1928, consumul de ciment din SUA a crescut de zece ori, ajungând la 30 de milioane de tone, iar expansiunea economică postbelică (inclusiv construcția Sistemului de Autostrăzi Interstatale, cu un necesar de aproximativ 10.000 de tone de beton pe kilometru) a ridicat cifra, până în 2005, la un nivel maxim, de aproximativ 128 de milioane de tone, cele mai recente date indicând un consum de 100 de milioane de tone pe an.

În 1986, China a devenit cel mai mare fabricant global, producția sa de ciment – de peste 2,3 miliarde de tone, în 2018 – reprezentând aproape 60% din totalul mondial. Cea mai impresionantă dovadă a efortului de construcție fără precedent al Chinei este că, doar în ultimii doi ani, țara a turnat mai mult ciment (aproximativ 4,7 miliarde de tone) decât SUA pe parcursul întregului secol XX (aproximativ 4,6 miliarde de tone)!

Dar betonul nu este un material veşnic, iar longevitatea extraordinară a Panteonului este o excepție rară. Betonul se deteriorează în toate climatele, iar procesul este accelerat de factori care variază de la depunerile acide din cauza vibrațiilor până la supra-încărcarea structurală sau coroziunea indusă de sare, iar în zonele calde şi umede creşterea algelor înnegreşte suprafețele expuse. Prin urmare, producția de beton la scară planetară de după 1950 a creat zeci de miliarde de tone de

material care, în deceniile următoare, va trebui înlocuit sau distrus (sau, pur şi simplu, abandonat).

Impactul ecologic al materialului este un alt motiv de îngrijorare. Poluarea aerului (cu praf fin) din producția de ciment poate fi captată de filtre textile, dar această industrie (care arde combustibili de calitate inferioară, cum ar fi, de exemplu, cărbune sau cocs de petrol) rămâne o sursă importantă de dioxid de carbon, emițând aproximativ o tonă de gaz la tona de ciment. Prin comparație, la producerea unei tone de oțel, emisiile sunt de circa 1,8 tone de CO_2.

Producția de ciment este responsabilă în prezent pentru aproximativ 5% dintre emisiile globale de CO_2 provenit din combustibili fosili, dar amprenta sa de carbon poate fi redusă printr-o varietate de măsuri. Betonul vechi poate fi reciclat, iar materialul zdrobit poate fi refolosit în construcții. Zgura de pe furnale sau cenuşa captată în aer în centralele electrice care funcționează pe bază de cărbune poate înlocui o parte din cimentul folosit în amestecul pentru beton. De asemenea, există câteva procese noi de producție a cimentului, cu o amprentă de carbon scăzută sau chiar zero, dar aceste opțiuni sunt doar nişte picături minuscule pentru producția globală anuală, care depăşeşte acum 4 miliarde de tone.

Ce obiect este mai dăunător pentru mediu:

automobilul sau telefonul?

Statisticile referitoare la producția de energie sunt destul de credibile, însă statisticile exacte referitoare la consumul energetic al marilor sectoare sunt greu de obținut, iar datele privind energia consumată de producția anumitor bunuri sunt şi mai puțin credibile. Energia încorporată în produse reprezintă o parte din prețul ecologic pe care trebuie să-l plătim pentru tot ceea ce deținem şi folosim.

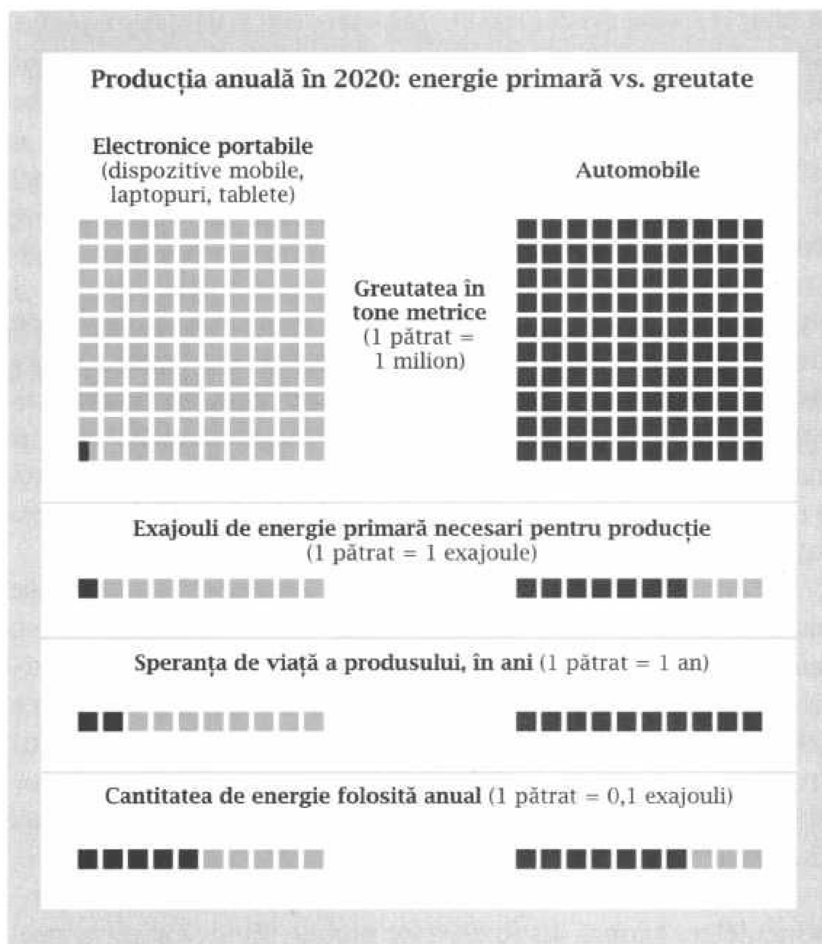
Estimarea energiei încorporate de produsele finite nu se bazează doar pe date incontestabile – cât oțel intră într-o maşină, câte microcipuri într-un calculator –, ci şi pe inevitabilele simplificări şi presupuneri necesare pentru calcularea ratelor globale. Ce model de maşină? Ce computer sau telefon? Provocarea constă în alegerea unor rate reprezentative, rezonabile, iar răsplata o reprezintă dobândirea unei perspective noi asupra lumii create de om.

Să ne concentrăm asupra dispozitivelor mobile şi a autovehiculelor. Asupra dispozitivelor mobile, fiindcă acestea sunt principalii factori de facilitare a comunicării informației în mod instantaneu şi neîngrădit, asupra autovehiculelor, pentru că oamenii vor să se deplaseze în continuare în lumea reală.

Evident, o maşină care cântăreşte 1,4 tone (cât un Honda Acord LX) încorporează mai multă energie decât cele 140 de grame ale unui telefon inteligent (să zicem, un Samsung Galaxy). Dar decalajul energetic nu este nici pe departe la fel de mare ca diferența de masă de 10.000 de ori.

În 2020, vânzările la nivel mondial de telefoane mobile vor fi de aproximativ 1,75 de miliarde, iar cele de dispozitive de calcul portabile (laptopuri, notebook-uri, tablete), în jur de 250 de milioane. Greutatea totală a acestor dispozitive este de circa 550.000 de tone. Luând în calcul o rată medie modestă a energiei

încorporate, de 0,25 gigajouli pentru un telefon, 4,5 gigajouli pentru un laptop şi 1 gigajoule pentru o tabletă, producția anuală a acestor dispozitive necesită aproximativ 1 exajoule (10^{18} jouli) de energie primară, cantitate comparabilă cu consumul total de energie al Noii Zeelande sau Ungariei într-un an. Cu mai puțin de 100 de gigajouli pentru un autovehicul, cele 75 de milioane de maşini vândute în 2020 înglobează aproximativ 7 exajouli de energie (puțin mai mult decât consumul anual de energie al Italiei) şi au o masă de aproximativ 100 de milioane de tone. Maşinile noi cântăresc aşadar de 180 şi ceva de ori mai mult decât toate dispozitivele electronice portabile, dar necesită doar de şapte ori mai multă energie.



Şi, oricât de surprinzător ar fi, există o comparație şi mai uimitoare. Electronicele portabile nu rezistă prea mult – în medie, doar doi ani –, astfel că producția anuală mondială a acestor dispozitive înglobează aproximativ 0,5 exajouli pentru un an de utilizare. Întrucât automobilele rezistă, de regulă, cel puțin un deceniu, producția anuală mondială înglobează aproximativ 0,7

exajouli pentru un an de utilizare, ceea ce reprezintă cu doar 40% mai mult decât dispozitivele electronice portabile! Mă grăbesc să adaug că acestea sunt, evident, nişte calcule foarte aproximative, dar, chiar dacă aceste sume ar fi greşite (adică dacă producţia de automobile ar încorpora, de fapt, mai multă energie decât cea calculată, iar producţia electronică ar avea nevoie de o cantitate mai mică), totalurile globale ar fi în continuare surprinzător de similare, cea mai probabilă diferenţă fiind cel mult dublă. Şi, în perspectivă, cele două sume s-ar putea apropia şi mai mult: atât vânzările anuale de automobile, cât şi cele de dispozitive mobile şi-au redus ritmul în ultimul timp, numai că viitorul pare mai puţin promiţător pentru motoarele cu ardere internă.

Desigur, costurile energetice de funcţionare ale celor două clase de produse, extrem de mari consumatoare de energie, sunt foarte diferite. Un autoturism compact american consumă aproximativ 500 de gigajouli de benzină într-un deceniu de funcţionare, de cinci ori mai mult decât costul energiei încorporate. Un telefon inteligent consumă doar 4 kilowaţi-oră anual şi mai puţin de 30 de megajouli pe parcursul celor doi ani de funcţionare, adică doar 3% din costul energiei încorporate, dacă electricitatea provine de la o turbină eoliană sau de la un panou fotovoltaic. Acest procent creşte la aproximativ 8% dacă energia provine din arderea cărbunelui, un proces mai puţin eficient.

Numai că un telefon inteligent este egal cu zero în lipsa unei reţele, iar costul electrificării acesteia este ridicat şi în creştere.

Previziunile legate de ratele viitoare de creştere sunt contradictorii (la fel şi cele legate de posibila stabilizare prin utilizarea unor modele inovatoare), dar, în orice caz, acele

telefoane minuscule lasă o amprentă totală destul de importantă asupra bugetului energetic şi asupra mediului înconjurător.

Cine are cea mai bună izolaţie?

Primele impresii sunt adesea greşite. Îmi amintesc bine cum am fost întâmpinat călduros la reşedinţa unui ambasador european din Ottawa şi, la fraza imediat următoare, am fost informat că această casă putea rezista cu brio iernilor canadiene datorită faptului că era ridicată din piatră şi cărămizi adevărate, spre deosebire de fragilele case nord-americane, construite din lemn şi cu pereţi falşi. Gazda mea a trecut apoi repede la alte chestiuni şi, oricum ar fi fost, nu m-a lăsat inima să minimalizez calităţile frumoasei sale locuinţe.

Eroarea este uşor de înţeles, numai că masa şi densitatea sunt, mai degrabă, indicatori ai rezistenţei, decât ai capacităţii de izolare. Un perete de cărămidă pare, evident, mai solid şi mai protector decât unul dintr-un cadru subţire, cu stâlpi de lemn, acoperit la exterior cu o foaie subţire de placaj, iar la interior cu material gips-carton vulnerabil. În Europa, bărbaţii nu sparg pereţii de cărămidă la supărare.

Cu zeci de ani în urmă, înainte de 1960, când un baril de petrol costa doar 2 dolari, majoritatea caselor nord-americane nu erau despărţite de frigul de afară decât de aerul dintre peretele de gips-carton şi cel de placaj. Uneori, acest spaţiu era umplut cu rumeguş sau hârtie tocată. Cu toate acestea, în mod remarcabil,

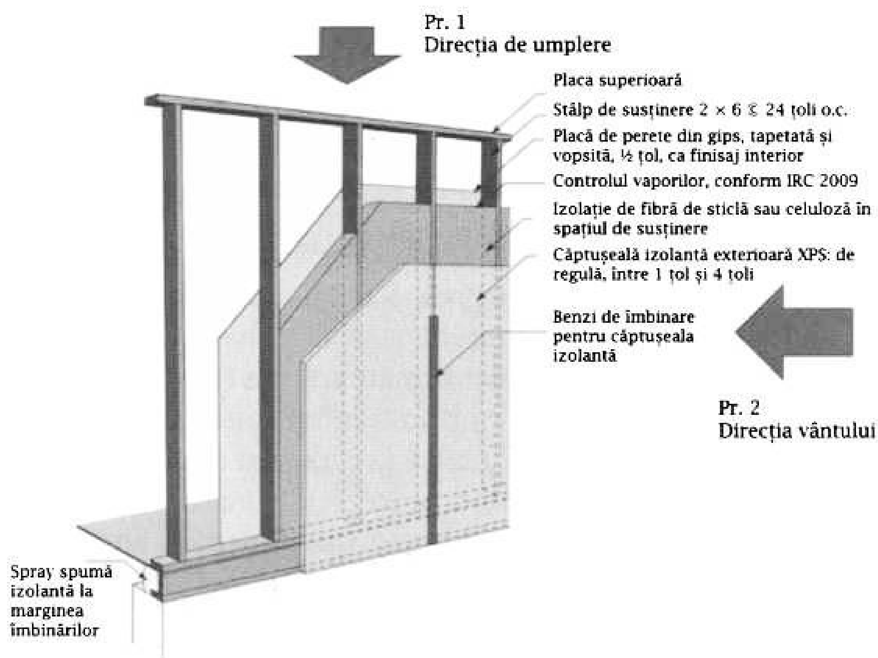
chiar şi această combinaţie nevolnică oferea o izolaţie ceva mai bună decât cărămida solidă.

Valoarea izolaţiei sau rezistenţa termică este măsurată prin intermediul valorii R. Aceasta depinde nu doar de compoziţia, grosimea şi densitatea izolaţiei, ci şi de temperatura exterioară şi umiditate. Un perete de cadre din anii 1960 avea aproximativ următoarele valori: înveliş exterior din aluminiu (0,6), placaj subţire (0,5), spaţiu umplut cu aer (0,9) şi gips-carton (0,5).

Izolaţia unui perete în total, 2,5. În vreme ce cărămida standard (0,8), tencuită pe ambele părţi, nu asigura o valoare mai mare de 1,0. Prin urmare, chiar şi firavii pereţi, construiţi în masă, din America de Nord ofereau o izolaţie de două ori mai mare decât cărămida tencuită din Europa.

Odată ce, în America de Nord, preţurile la energie au crescut şi au intrat în vigoare alte coduri de construcţie, mai raţionale, a devenit obligatorie încorporarea barierelor din plastic şi a fibrei de sticlă – role asemănătoare unor pilote, înghesuite în interiorul cadrului de lemn sau între stâlpii de susţinere. Valori R mai ridicate au fost obţinute cu uşurinţă prin folosirea unor stâlpi de susţinere mai laţi (doi ţoli pe şase) sau, şi mai bine, prin utilizarea stâlpilor de susţinere dubli, care presupun construirea unui sandviş din două cadre, fiecare umplut cu material izolant. (în America de Nord, „doi ţoli pe şase” înseamnă, de fapt, 1,5 ţoli pe 5,5 ţoli sau 38 pe 140 milimetri.) Pentru un perete nord-american bine construit, asta înseamnă că, la valoarea izolaţiei, contribuie gips-cartonul (0,5), bariera de polietilenă cu vapori (0,8), rolele din fibră de sticlă (20), căptuşeala din fibră de sticlă (1,3), învelişul din plastic al casei (Tyvek Thermawrap, cu o valoare de 5) şi capitonajul oblic din lemn (0,8). Dacă adunăm valoarea izolantă a

peliculei interioare de aer, obținem o valoare R totală de aproximativ 29.



Pereții de cărămidă au progresat la rândul lor. Pentru a păstra aspectul exterior al cărămizii colorate, un perete vechi poate fi reamenajat pe interior, montând şipci de lemn (fâşii subțiri, care mențin izolația) deasupra tencuielii şi ataşând plăci de gips izolante, cu o membrană de vapori integrată, pentru a elimina umezeala. Cu ajutorul unor plăci izolate de gips-carton, de 2 țoli, valoarea R totală înregistrată anterior se va tripla, dar, chiar şi aşa, bătrânul perete de cărămidă se situează cu un ordin de mărime în urma pereților nord-americani din cadre, de doi țoli pe şase. Nici măcar persoanele familiarizate cu valorile R nu se aşteaptă la o diferență atât de mare.

Însă toată această izolație a pereților îşi va atinge potențialul maxim doar în cazul în care căldura nu este irosită prin ferestre (vezi capitolul următor).

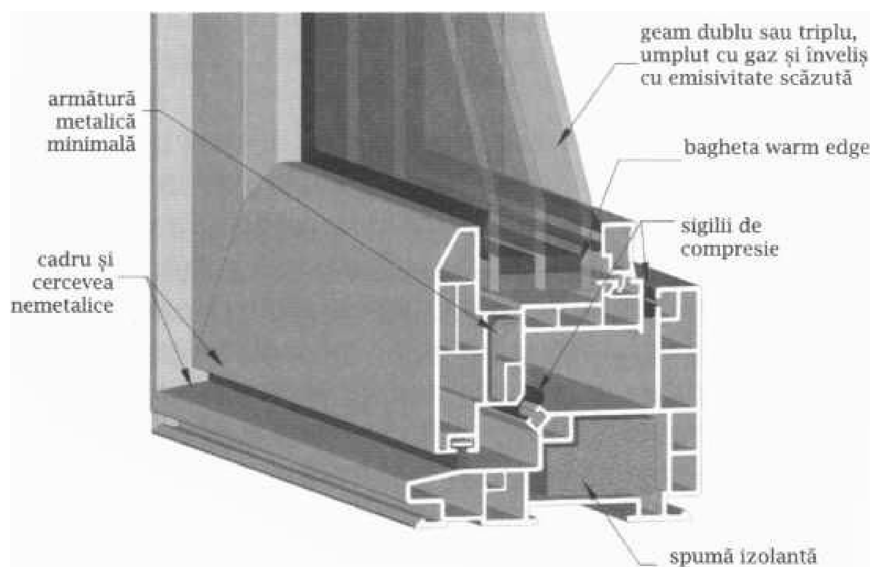
Ferestrele cu geamuri triple: o soluție energetică transparentă

Căutarea unor soluții tehnice netestate este un adevărat blestem pentru politica energetică. Ai de unde alege în această privință: maşini alimentate cu energie solară, care se conduc singure, minireactoare nucleare sigure prin natura lor sau îmbunătățirea fotosintezei pe cale genetică.

Dar de ce nu începem de la soluții deja dovedite? De ce nu reducem efectiv cererea de energie pornind de la clădirile rezidențiale şi comerciale? Atât în Statele Unite, cât şi în Uniunea Europeană, clădirile reprezintă aproximativ 40% din consumul total de energie primară (transportul este pe locul al doilea, cu 28% în SUA şi aproximativ 22% în UE). Încălzirea şi aerul condiționat reprezintă jumătate din consumul rezidențial, motiv pentru care cel mai bun lucru pe care l-am putea face pentru bugetul energetic este să păstrăm căldura în interiorul (sau în afara) locuințelor, folosind o izolație îmbunătățită.

Cea mai satisfăcătoare soluție o reprezintă ferestrele, locul care înregistrează cea mai mare pierdere energetică. Sau, altfel spus, locul cu cea mai ridicată transmisie termică, măsurată prin numărul de wați care trec printr-un metru pătrat de material,

împărțit la diferența de temperatură de pe ambele părți, exprimată în grade Kelvin. Un geam simplu are un coeficient al transferului termic de 5,7 – 6 wați per metru pătrat per grade Kelvin; un geam dublu, separat de 6 milimetri de aer (aerul este un conductor de căldură slab) are un coeficient de 3,3. Dacă se aplică o folie pentru reducerea trecerii radiațiilor ultraviolete şi infraroşii, coeficientul poate scădea până la 1,8 – 2,2, în vreme ce umplerea spațiului dintre geamuri cu argon (pentru a încetini transferul de căldură) îl reduce până la 1,1. Dacă procedăm la fel în cazul ferestrelor cu geam triplu, coeficientul scade până la 0,6 – 0,7. Iar înlocuirea kriptonului cu argon poate coborî valoarea la 0,5.



Izolația unei ferestre 9

Cifra reprezintă o reducere a pierderilor de până la 90%, comparativ cu geamurile simple. În domeniul economisirii energiei, nu există nici o altă variantă care să poată fi folosită pe o

scară de ordinul miliardelor de unități. În plus, această soluție chiar funcționează.

Totodată, există şi factorul de confort. La o temperatură exterioară de – 18° C (o minimă nocturnă obişnuită pentru luna ianuarie în Edmonton, Alberta sau o valoare diurnă maximă în Novosibirsk, în Rusia) şi o temperatură interioară de 21° C, temperatura suprafeței interne a unei ferestre cu un singur geam este de aproximativ 1° C, în vreme ce o fereastră dublă mai veche va înregistra 11° C, iar cea mai performantă fereastră triplă, 18° C. La aşa o temperatură, poți sta chiar lângă geam.

Iar ferestrele cu geam triplu au avantajul suplimentar că reduc condensul de pe geamul interior, ridicându-i temperatura peste punctul de rouă. Acest tip de ferestre este deja foarte răspândit în Suedia şi Norvegia, însă, în Canada (unde prețul gazelor naturale este unul scăzut), probabil că acestea nu vor deveni obligatorii decât după anul 2030, în vreme ce, în alte jurisdicții cu vreme rece, standardele solicitate sunt în continuare echivalente cu cele asigurate de o fereastră dublă cu înveliş cu emisivitate scăzută.

Țările cu un climat rece au avut destul de mult timp să învețe despre izolație. Nu la fel stau lucrurile în zonele mai calde, care au nevoie de ea acum, pe măsură ce aerul condiționat capătă o răspândire tot mai mare. În special în zonele rurale din China şi India, ferestrele simple reprezintă în continuare norma. Desigur, diferențialul de temperatură pentru răcirea aerului cald nu este la fel de mare ca în cazul încălzirii aerului, la latitudini mai mari. De exemplu, la mine acasă, în Manitoba, Canada, în medie, temperatura minimă înregistrată în luna ianuarie este de – 25° C, suficientă pentru producerea unei diferențe de temperatură de 40° C, chiar şi atunci când termostatul este oprit pe parcursul

nopții. Pe de altă parte, în multe regiuni calde şi umede, aerul condiționat funcționează pentru perioade mult mai lungi decât funcționează încălzirea în Canada sau Suedia.

Fizica este incontestabilă, dar economia este la putere. Deşi ferestrele cu geamuri triple pot costa cu doar 15% mai mult decât ferestrele duble, perioada de recuperare a investiției este, evident, mai lungă şi, în plus, se afirmă destul de des că trecerea de la modelul cu geam dublu la cel cu geam triplu nu se justifică. Poate că aşa este, dacă ignori confortul sporit şi reducerea condensului de pe fereastră, dar, mai presus de toate, faptul că ferestrele triple vor continua să reducă în deceniile următoare consumul de energie.

Şi atunci, de ce doresc vizionarii să investească saci de bani în tehnologii de conversie misterioase, posibil nefuncționale şi care, chiar dacă vor funcționa, vor avea, probabil, efecte secundare negative asupra mediului? Ce este în neregulă cu banala izolație?

Creşterea eficientei încălzirii locuințelor

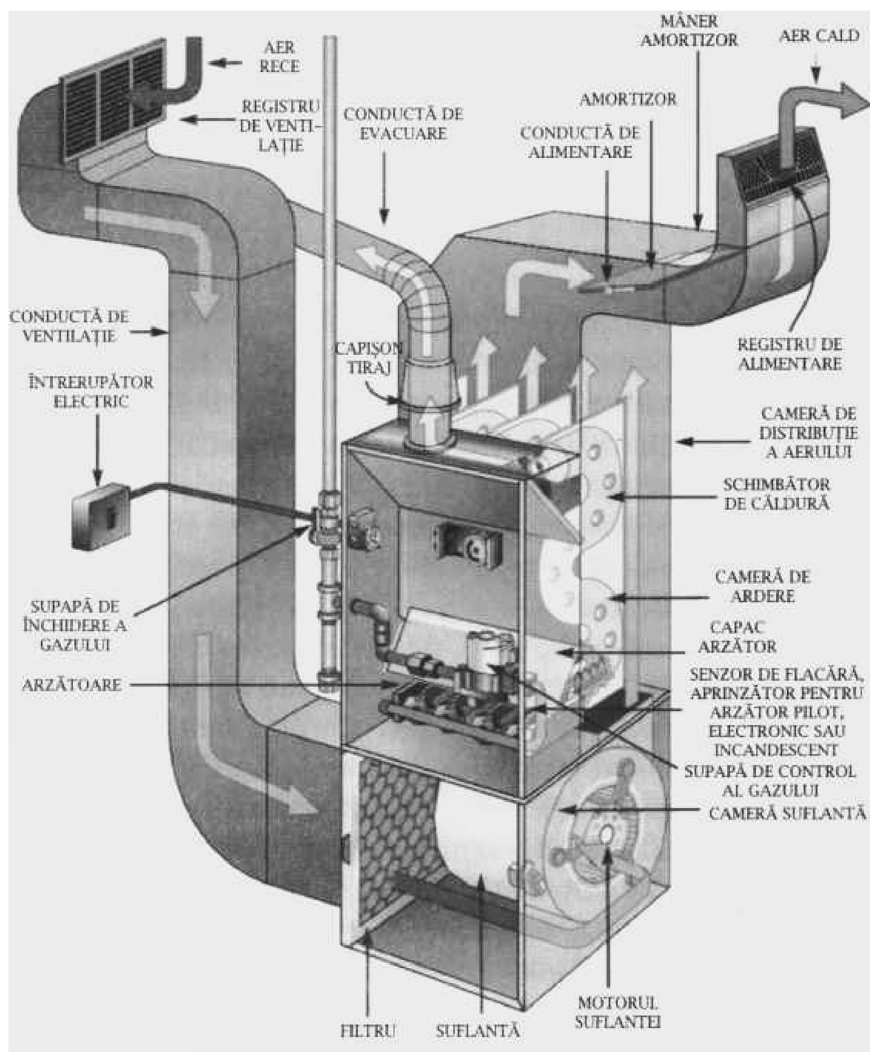
Dacă modelele noastre climatice sunt corecte şi va trebui într-adevăr să limităm cu cel puțin 2° C (sau măcar cu 1,5° C) creşterea încălzirii globale, pentru a reuşi să evităm gravele consecințe ale sporirii temperaturii la nivel mondial, atunci vom fi nevoiți să luăm mai multe măsuri fără precedent pentru reducerea emisiilor de carbon. De regulă, atenția se concentrează

pe noile tehnologii care conduc la o eficiență sporită – precum diodele care emit lumină – sau care introduc moduri complet noi de conversie a energiei, ca, de exemplu, maşinile electrice. Conservarea este, în principiu, o soluție mult mai practică, dar, din păcate (în afara ferestrelor triple, cum am văzut deja), există puține moduri de extindere a sa asupra celui mai mare devorator de energie din zonele reci ale lumii: încălzirea locuințelor.

Circa 1,2 miliarde de oameni trebuie să-şi încălzească locuințele: aproximativ 400 de milioane trăiesc în UE, Ucraina şi Rusia, alte 400 de milioane în America de Nord, cu excepția zonei de sud şi de sud-vest, şi 400 de milioane în regiunile de nord-est, nord şi vest ale Chinei. Aproape oriunde ai căuta, cele mai performante tehnici disponibile au atins deja maximul de eficiență posibil din punct de vedere practic.

Este uimitor cât de rapid s-au răspândit sistemele eficiente, în anii 1950, familia mea îşi încălzea locuința din apropierea graniței dintre Cehoslovacia şi Germania cu lemne, care ardeau în sobe grele, de fontă. Eficiența acestui proces nu era mai mare de 35%; restul căldurii se pierdea prin coşul de fum. În timpul studiilor mele la Praga, la începutul anilor 1960, oraşul era alimentat cu energie provenită din cărbune brun – lignit de calitate inferioară –, iar soba pe care o încărcăm avea o eficiență de 45 – 50%. La sfârşitul anilor 1960, locuiam la etajul superior al unei mici case din suburbiile Pennsylvaniei, dotată cu o centrală pe bază de petrol, cu o eficiență de aproximativ 55 – 60%. În 1973, prima noastră locuință canadiană avea o centrală pe gaz estimată la 65%, iar peste 17 ani, în noua noastră locuință, super eficientă, am instalat o centrală cu o eficiență de 94%. În cele din urmă, am înlocuit-o cu un model evaluat la 97%.

Iar progresul meu de la un combustibil şi de la un nivel de eficienţă la altul a fost similar celui a zeci de milioane de oameni din emisfera nordică. Datorită gazului nord-american ieftin şi combinaţiei (mai scumpe, dar uşor de găsit) dintre gazele olandeze, cele din Marea Nordului şi cele ruseşti, locuitorii din zonele nordice ale Europei se bazează pe această soluţie – cel mai curat combustibil fosil – în locul lemnului, cărbunelui şi păcurii. În Canada, producţia centralelor cu eficienţă medie (între 78% şi 84%) s-a încheiat în 2009 şi toate locuinţele noi au fost obligate să aibă centrale cu o eficienţă ridicată (cel puţin 90%). Acelaşi lucru se va întâmpla în curând peste tot în Occident, în timp ce creşterea importurilor de gaze determină deja China să se orienteze spre trecerea de la cărbune la gaz.



Secţiune interioară a unei centrale pentru locuinţe cu gaze naturale

Iar progresul meu de la un combustibil şi de la un nivel de eficienţă la altul a fost similar celui a zeci de milioane de oameni din emisfera nordică. Datorită gazului nord-american ieftin şi

combinației (mai scumpe, dar uşor de găsit) dintre gazele olandeze, cele din Marea Nordului şi cele ruseşti, locuitorii din zonele nordice ale Europei se bazează pe această soluție – cel mai curat combustibil fosil – în locul lemnului, cărbunelui şi păcurii. În Canada, producția centralelor cu eficiență medie (între 78% şi 84%) s-a încheiat în 2009 şi toate locuințele noi au fost obligate să aibă centrale cu o eficiență ridicată (cel puțin 90%). Acelaşi lucru se va întâmpla în curând peste tot în Occident, în timp ce creşterea importurilor de gaze determină deja China să se orienteze spre trecerea de la cărbune la gaz.

Progresele viitoare la capitolul eficiență vor trebui obținute pe altă cale. O mai bună izolație exterioară a caselor (mai ales, prin ferestre mai eficiente) este un prim pas evident (deşi, adesea, mai scump). Pompele de căldură cu sursă de aer, care transferă căldura printr-un schimbător termic, au devenit populare în multe locuri şi sunt eficiente atât timp cât temperaturile nu scad sub pragul de îngheț; în regiunile reci, iarna, ele încă au nevoie de o soluție de rezervă. Încălzirea solară este, de asemenea, posibilă, numai că nu funcționează prea bine atunci şi acolo unde este cea mai mare nevoie de ea – în zonele cu un climat foarte rece, pe parcursul valurilor prelungite de frig şi cu cer acoperit, în timpul furtunilor de zăpadă sau când aceasta învăluie cu straturi groase modulele solare.

Oare nevoia pe termen lung de limitare a încălzirii globale va conduce, în cele din urmă, la o soluție de neconceput? Mă refer la cea mai rațională opțiune din punct de vedere economic, una care va avea cea mai importantă şi îndelungată contribuție la reducerea amprentei de carbon provocată de încălzire: limitarea dimensiunilor locuințelor. Am putea termina odată cu aşa-numitele *MCMansions* – case construite în masă, cu mari suprafețe de locuit – în America de Nord. Ne-am putea descotorosi

de acest tip de case şi la tropice, dar dintr-un motiv diferit – economisirea energiei irosite în prezent pe aerul condiționat. Cine este dispus să facă acest pas?

Provocarea carbonului

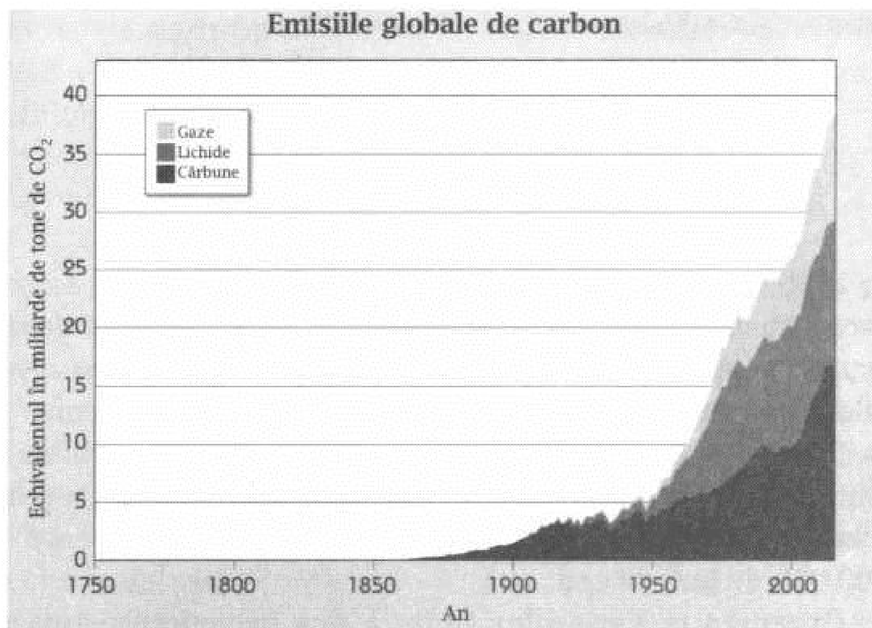
În 1896, suedezul Svante Arrhenius a devenit primul savant care a cuantificat efectele dioxidului de carbon produs de om asupra temperaturilor globale. El a calculat că dublarea nivelului atmosferic al gazului față de concentrația din vremea sa va conduce la o creştere a temperaturii la latitudini medii cu 5° până la 6° C. Nu este o estimare prea diferită de cele mai recente rezultate, obținute de modele computerizate care operează cu 200.000 de linii de cod.

Organizația Națiunilor Unite a pus în vedere prima sa Convenție-cadru privind schimbările climatice în 1992, iar aceasta a fost urmată de o serie de întâlniri şi tratate climatice. Dar emisiile globale de dioxid de carbon au crescut cu aceeaşi constanță.

La începutul secolului al XIX-lea, când Marea Britanie era singurul producător major de cărbune, emisiile globale de carbon provenite din arderea combustibililor fosili erau minuscule, de sub 10 milioane de tone pe an (pentru a calcula dioxidul de carbon, înmulțeşte pur şi simplu cu 3,66). Până la sfârşitul secolului, emisiile au depăşit o jumătate de miliard de tone de carbon. Până în 1950, s-a depăşit pragul de 1,5 miliarde de tone. Expansiunea economică postbelică din Europa, America de Nord,

URSS şi Japonia – împreună cu progresul economic de după 1980 al Chinei – a crescut de patru ori emisiile ulterioare, ajungând până la aproximativ 7 miliarde de tone de carbon, în anul 2000. În cele două secole dintre 1800 şi 2000, transferul de carbon din combustibilii fosili în atmosferă a crescut de 650 de ori, iar populația doar de şase ori!

Noul secol a cunoscut o divergență semnificativă. Până în 2017, în Uniunea Europeană, cu populația sa în curs de îmbătrânire şi creşterea economică mai lentă, emisiile au scăzut cu aproape 15%, la fel şi în Statele Unite, grație utilizării pe scară tot mai largă a gazelor naturale în locul cărbunelui. Însă toate aceste progrese au fost anulate de emisiile de carbon ale Chinei, care au crescut de la 1 miliard la aproximativ 3 miliarde de tone – suficient cât să ridice totalul mondial cu aproape 45%, la 10,1 miliarde de tone.



Prin arderea unor cantități uriașe de carbon fosilizat cu veacuri în urmă, oamenii au împins concentrațiile de dioxid de carbon până la niveluri nemaiîntâlnite de circa 3 milioane de ani. Dacă forăm adânc în ghețarii din Antarctica și Groenlanda, putem extrage tuburi subțiri de gheață ce conțin bule minuscule și care sunt cu atât mai vechi cu cât coborâm mai mult în profunzime. Analizând aerul captiv în acele bule mărunte, am reușit să reconstituim istoria concentrațiilor de dioxid de carbon din ultimii 800.000 de ani. Pe atunci, nivelurile atmosferice ale gazului fluctuau între 180 și 280 de părți per milion (adică între 0,018% și 0,028%). În ultimul mileniu, concentrațiile au rămas destul de stabile, variind între 275 ppm, la începutul anilor 1600, și aproximativ 285 ppm, înaintea finalului secolului al XIX-lea. Procesul continuu de măsurare a gazului a început în apropierea vârfului Mauna Loa din Hawaii, în 1958: media din 1959 a fost de 316 ppm, cea din 2015 a ajuns la 400 ppm, iar în mai 2019 a fost înregistrată pentru prima dată valoarea de 415 ppm.

Emisiile vor continua să scadă în țările bogate, în vreme ce rata lor de creștere s-a redus și în China. Cu toate acestea, ele cresc în ritm accelerat în India și Africa și, prin urmare, este puțin probabil să asistăm prea curând la reduceri substanțiale la nivel mondial.

Acordul de la Paris din 2015 a fost lăudat pentru că este primul de acest fel care conține angajamente naționale clare în privința reducerii emisiilor în viitor. Numai că, de fapt, doar un număr mic de țări au făcut promisiuni specifice, nu există niciun mecanism de obligatoriu de aplicare și, chiar dacă toate aceste obiective ar fi îndeplinite până în 2030, emisiile de carbon ar crește în continuare cu aproape 50% peste nivelul din 2017. Conform studiului din 2018, realizat de Grupul Interguvernamental pentru Schimbări Climatice, singura

modalitate de a menține creşterea medie a temperaturii mondiale cu cel mult 1,5° C ar fi o diminuare imediată şi abruptă a emisiilor, astfel încât să poată fi reduse la zero până în 2050.

Nu este un lucru imposibil – doar extrem de improbabil. Pentru atingerea acestui obiectiv, ar fi nevoie, nici mai mult, nici mai puțin, de o transformare fundamentală a economiei globale, pe o scară şi cu o viteză nemaivăzută în istoria omenirii, sarcină imposibil de realizat fără tulburări economice şi sociale majore. Cea mai mare provocare o constituie ridicarea a miliarde de oameni deasupra pragului sărăciei, fără a utiliza carbonul fosil. Țările bogate au folosit sute de miliarde de tone pentru a beneficia de un nivel ridicat al calității vieții, dar, în prezent, nu avem alternative ieftine pentru carbon, care să poată fi utilizate rapid, pe scară largă, în furnizarea energiei necesare fabricării masive a patru produse, pe care eu le-am numit cei patru stâlpi ai civilizației moderne – amoniac, oțel, ciment şi plastic – şi de care Africa şi Asia vor avea nevoie în deceniile următoare. Contrastul dintre îngrijorările legate de încălzirea globală, emisia continuă de cantități record de carbon şi capacitatea noastră de a schimba acest proces pe termen scurt nici că putea fi mai sumbru.

Epilog

Poate că cifrele nu mint, dar ce fel de adevăr ne dezvăluie ele? Am încercat să arăt în această carte că, de multe ori, trebuie să analizăm lucrurile mai profund şi în sens mai larg. Chiar şi cifrele de încredere – de fapt, chiar şi cele impecabil de exacte – trebuie

privite într-un context mai amplu. O analiză informată a valorilor absolute necesită unele perspective relative şi comparative.

Clasamentele rigide, bazate pe diferențe minuscule, mai degrabă induc în eroare decât informează. Rotunjirea şi aproximarea sunt superioare preciziei nejustificate şi inutile. Îndoiala, precauția şi întrebările necontenite sunt şi ele necesare, la fel şi insistența cuantificării realităților complexe ale lumii moderne. Dacă vrem să înțelegem numeroasele realități rebele ale zilelor noastre, dacă vrem să ne bazăm deciziile pe cele mai bune informații disponibile, atunci altă soluție nu există.

Mulţumiri

Ani la rând, în timp ce continuam să public cărți interdisciplinare, m-am gândit că ar putea fi o provocare interesantă dacă aş avea ocazia să comentez regulat unele subiecte de actualitate, să corectez anumite concepții greşite larg răspândite şi să explic câteva dintre realitățile fascinante ale lumii moderne. Totodată, m-am gândit că probabilitatea de a face vreodată acest lucru era destul de scăzută, deoarece, ca să merite, o ofertă din partea unui editor trebuia să întrunească mai multe criterii de frumusețe.

Intervalul dintre contribuțiile mele nu trebuia să fie nici prea scurt (săptămânal ar fi fost o corvoadă), dar nici prea sporadic. Numărul de cuvinte solicitat, nici prea lung, dar suficient de mare încât să nu mă rezum doar la nişte paragrafe superficiale.

Abordarea nu trebuia să fie nici prea specializată, dar nici prea sumară, permițând o analiză în cunoştinţă de cauză. Gama subiectelor nu trebuia să fie nelimitată (nu aveam de gând să scriu despre chestiuni obscure sau teme extrem de specializate), dar, cu siguranță, trebuia să fie una largă. Iar eroarea permisă în cazul cifrelor folosite, nici prea mare, dar suficient de generoasă încât să-mi pot susține convingător cauza. Ultimul aspect a fost unul extrem de important pentru mine, deoarece, de-a lungul deceniilor, am observat că discuțiile despre nişte chestiuni însemnate, care necesită o înțelegere cantitativă clară, căpătau tot mai des o abordare calitativă, detaşându-se astfel progresiv de realitățile complexe.

Improbabilul s-a produs şi, în 2014, am fost rugat să scriu lunar un eseu pentru *IEEE Spectrum,* revista Institutului Inginerilor Electricieni şi Electronişti, cu sediul la New York. Philip Ross, senior editor la *Spectrum,* a fost cel care a propus numele meu, iar Susan Hassler, şefa redacției, a fost imediat de acord. *Spectrum* este o revistă emblematică (şi un site de internet) a celei mai mari organizații profesionale din lume dedicată ingineriei şi ştiințelor aplicate, iar membrii săi au fost în avanposturile transformării lumii moderne, dependentă de o sursă necontenită, accesibilă şi fiabilă de energie electrică, şi, totodată, în linia întâi a procesului de adoptare a unei game tot mai mari de dispozitive electronice şi soluții computerizate noi.

În octombrie 2014, într-un e-mail către Phil, am prezentat subiectele pe care voiam să le abordez în primul an. Ele variau de la greutatea prea mare a automobilelor până la ferestrele cu geam triplu şi de la Blestemul lui Moore la Antropocen. În cele din urmă, aproape toate subiectele originale au fost păstrate, scrise şi tipărite, începând din ianuarie 2015, primul articol fiind dedicat masei tot mai mari a autovehiculelor. *Spectrum* a fost gazda

perfectă pentru eseurile mele. Cu cei peste 400.000 de membri ai săi, IEEE asigură un număr mare de cititori, foarte educați şi cu spirit critic, iar eu am avut libertatea totală în alegerea subiectelor, în vreme ce Phil a fost un redactor exemplar şi mai ales neobosit în verificarea faptelor.

Pe măsură ce eseurile s-au acumulat, m-am gândit că s-ar putea dovedi o colecție interesantă, dar, din nou, nu le-am dat prea multe şanse să le văd publicate sub forma unei cărți. Apoi, la sfârşitul lunii octombrie 2019, la aproape cinci ani după ce i-am prezentat lui Phil lista de subiecte pentru primul an, am primit un alt e-mail surprinzător, de data asta de la Daniel Crewe, redactor la Viking (Penguin Random House) din Londra, care se întreba dacă nu m-am gândit să-mi transform eseurile într-o carte. Totul a evoluat apoi foarte repede. Daniel a obținut permisiunile de la Susan, eu am ales pentru colecție şaizeci dintre eseurile publicate (lăsând deoparte articolele extrem de tehnice) şi am scris alte douăsprezece, pentru a rotunji la şapte numărul subiectelor unui capitol (mai ales cele despre mâncare şi oameni). Connor Brown a făcut prima redactare importantă şi am selectat graficele şi fotografiile adecvate.

Mulțumesc lui Phil, lui Susan şi cititorilor revistei *Spectrum* pentru sprijin şi pentru oportunitatea de a scrie despre orice mi-a stârnit curiozitatea şi lui Daniel şi Connor pentru că au oferit acestor meditații cantitative o a doua viață.

Majoritatea ilustrațiilor provin din colecții private. Celelalte surse sunt:

p. 100, Miraculoşii ani 1880 e Erik Vrielink; p. 180, Cel mai mare transformator din lume: Siemens, construit pentru China e Siemens; p. 145, Comparație între înălțimea şi dimensiunea palelor turbinelor eoliene e Chao (Chris) Qin; p. 149, Vedere

aeriană a Uzinei Electrice Ouarzazate Noor din Maroc. La 510 MW, este cea mai mare instalație fotovoltaică din lume e Fadei Senna via Getty; p. 159, Modelul navei Yara Birkeland e Kongsberg; p. 220, Un nou preț-record pentru un ton roşu e Reuters, Kim Kyung-Hoon; p. 250, Unde mai trăiesc încă elefanți africani e Vulcan Inc.; p. 253, Erele geologice şi Antropocenul e Erik Vrielink.

Au fost depuse toate eforturile posibile pentru identificarea drepturilor de autor, însă editura salută orice informație care clarifică proprietatea drepturilor de autor asupra vreunui material neatribuit publicat şi se obligă să corecteze informațiile în edițiile ulterioare.

Lecturi suplimentare

Oameni. Locuitorii planetei noastre

Ce se întâmplă când scade natalitatea

Bulatao, R.A.; Casterline, J.B. (ed.), *Global Fertility Tranzition,* Population Council, New York, 2001.

Națiunile Unite, *World Population Prospects,* United Nations, New York, 2019, *hffps: / /population. Un˙org/ wpp.*

Cel mai bun indicator al calității vieții?

Să analizăm mortalitatea infantilă

Bideau, A.; Desjardins, B.; Brignoli, H.P. (ed.), *Infant and Child Mortality în the Past,* Clarendon Press, Oxford, 1992.

Galley, C. ş. A. (ed.), *Infant Mortality: A Continuing Social Problem,* Routledge, Londra, 2017.

Cel mai bun randament investițional: vaccinurile

Gates, Bill; Gates, Melinda, „Warren BuffettƷs Best Investment”, Gates Notes (blog), 14 februarie 2017, *hffps: //www˙gatesnotes˙com/2017Annualletter? WT.incid = 0214201702 AL2017GFOGFGFO & WT.tsrc = GFGFO.*

Ozawa, S. ş. A., „Modeling the ɕɕonomic burden of adult vaccinepreventable diseases în the United States”, *Health Affairs,* 35, nr. 11,2016, pp. 2124 – 2132.

De ce este greu de anticipat cât de gravă va fi o pandemie când aceasta este în plină desfăşurare

NHCPRE (National Health Commission of the PeopleƷs Republic of China), „March 29: Daily briefing on novel coronavirus cases în China”, 29 martie 2020, *hffp: //en. Nhe˙gov˙ɕn/2020 – 03/29Zc78447.htm.*

Wong, J.Y. ş. A., „Case fatality risk of influenza A (HIN – lpdm09): A sistematic review”, *Epidemiology,* 24, nr. 6,2013, *hffps: // doi˙org/10.1097/E DE.0b013e3182a67448.*

Creşterea în înălțime

Floud, R. ş. A., *The Changing Body,* Cambridge University Press, Cambridge, 2011.

Koletzko, B. ş. A. (ed.), *Nutriţion and Growth: Yearbook 2018,* Karger, Basel, 2018.

Este speranţa de viaţă, în sfârşit, pe cale să atingă apogeul?

Riley, J.C., *Rising Life Expectancy: A Global History,* Cambridge University Press, Cambridge, 2001.

Robert, L. ş. A., „Rapid increase în human life expectancy: Will it soon be limited by the aging of elastin?", *Biogerontology,* 9, nr. 2, aprilie 2008, pp. 119 – 133.

Cum a îmbunătăţit transpiraţia vânătoarea

Jablonski, N.G. „The naked truth". *Scientific American Special Ediţions* 22, IS, decembrie 2012, *hffps: //doi˙org/10.1038/ scientificamericanhumant 11222.*

Taylor, N.A.S.; Machado-Moreira, C.A., „Regional variations în transepidermal water loss, eccrine sweat gland density, sweat secretion rates and electrolyte compoᵶition în resting and exercising humans", *Extreme Physiolog y and Medicine,* 2, nr. 4,2013, *hffps: //doi˙org/10.1186/2046764824.*

De câţi oameni a fost nevoie la construirea Marii Piramide?

Lehner, M., *The Complete Pyramids: Solving the Ancient Mysteries,* Thames and Hudson, Londra, 1997.

Mendelssohn, K., *The Riddle of the Pyramids,* Thames and Hudson, Londra, 1974.

De ce cifra şomajului nu dezvăluie întreaga poveste

Knight, K.G., *Unemployment: An Economic Analysis,* Routledge, Londra, 2018.

Summers, L.H. (ed.), *Understanding Unemployment,* MIT Press, Cambridge, MA, 1990.

Ce îl face pe oameni fericiți?

Heliwell, J.F.; Layard, R.; Sachs, J.D. (ed.), *World Happiness Report 2019,* Sustainable Development Soluțions Network, New York, 2019, *hffps: / / să amazonaws˙com / happinessreport / 2019 / WHR 19.pdf.*

Layard, R., *Happiness: Lessons from a New Science,* Penguin Books, Londra, 2005.

Ascensiunea megalopolisurilor

Canton, J., „The extreme future of megacities", *Significance,* 8, nr. 2, iunie 2011, pp. 53 – 56, *hffps: / / rss. Onlinelibrary. Whey. Com / doi / full / 10.1111 / j. L 740 – 9713.2011.00485.x.*

Munich Re Group, *Megacities-Megarisks: Trends and challenges for însurance and risk management,* Münchenerrück Versicherungs-Gesellschaft, München, 2004, *http://www.preventionweb.net/files/64610363.pdf.*

Ţări. Naţiunile în Era Globalizării

Tragediile prelungite ale Primului Război Mondial

Bishop, C. (ed.), *The Illustrated Encyclopedia of Weapons of World War I,* Sterling Publishing, New York, 2014.

Stoltzenberg, D., *Fritz Haber: Chemist, Nobel Laureate, German, Jew,* Chemical Heritage Foundation, Philadelphia, PA, 2004.

Sunt Statele Unite cu adevărat ieşite din comun?

Gilligan, T.W. (ed.), *American Excepționalism în a New Era: Rebuilding the Foundation of Freedom and Prosperity,* Hoover Instituțion Press, Stanford, CA, 2018.

Hodgson, G., *The Myth of American Excepționalism,* Yale University Press, New Haven, CT, 2009.

De ce Europa ar trebui să fie mândră de ea

Bootle, R., *The Trouble with Europe: Why the EU Isn't Working, How It Can Be Reformând, What Could Take Its Place,* Nicholas Brealey, Boston, MA, 2016.

Leonard, D.; Leonard, M. (ed.), *The pro European Reader,* Palgrave/Foreign Policy Centre, Londra, 2002.

Brexit: Realitățile care contează cel mai mult nu se vor schimba

Clarke, H.D.; Goodwin, M.; Whiteley, P., *Brexit: Why Britain Voted to Leave the European Union,* Cambridge University Press, Cambridge, 2017.

Merritt, G., *Slippery Slope: Brexit and Europe's Troubled Future,* Oxford University Press, Oxford, 2017.

Motive de îngrijorare cu privire la viitorul Japoniei

Cannon, M.E.; Kudlyak, M.; Reed, M., „Aging and the economy: The Japanese experience", *Regional Economist,* octombrie 2015, *https://www.stlouisfed.org/publications/regionaleconomist/october2015/agingandtheeconomythejapaneseexperience.*

Glosserman, B., *Peak Japan: The End of Great Ambiţions,* Georgetown University Press, Washington, DC, 2019.

Cât de departe poate ajunge China?

Dotsey, M.; Li, W.; Yang. F., „Demographic aging, industrial policy, and Chinese economic growth", *Working Papers,* Federal

Rezerve Bank of Philadelphia, 2019, pp. 19 – 21, *hffps: //doi. Org/10.21799/frbp. Wp.2019.21.*

Paulson Jr., H.M., *Dealing with China: An Insider Unmasks the New Economic Superpower,* Twelve, New York, 2016.

India vs. China

Dreze, J.; Sen, A., *An Uncertain Glory: India and Its Contradictions,* Princeton University Press Princeton, NJ, 2015.

NIȚI Aayog, *Strategy for New India 75,* noiembrie, 2018, *hffps: //nițigovin/writereaddata/files/Strategyfornew India˙pdf.*

De ce industria este în continuare importantă

Haraguchi, N.; Cheng, C.F.C.; Smeets, E., „The importance of manufacturing în economic development: Has this changed?”, Inclusive and Sustainable Development Working Paper Series WP1,2016, *hffps: //www˙unido˙org/sites/default/files/201702/theimportanceofmanufacturingineconomicdevelopment?.pdf*

Smil, V., *Made în the USA: The Râse and Retreat of American Manufacturing,* MIT Press, Cambridge, MA, 2013.

Rusia şi SUA: cum unele lucruri nu se schimbă niciodată

Divine, R.A., *The Sputnik Challenge: EisenhowerȜs Response to the Soviet Satellite,* Oxford University Press, Oxford, 2003.

Zarya, „Sputniks into Orbit”, *hffp: //www˙zarya˙info/Diaries/ Sputnik/Sputnikl. Php.*

Imperii în declin: Nimic nou sub soare

Arbesman, S., „The lifespans of empires”, *Historical Methods, 44,* nr. 3,2011, pp. 127 – 129, *hffps: //doi˙org/10.1080/0161 5440.2011.577733.*

Smil, V., *Growth: From Microorganisms to Megacities,* MIT Press, Cambridge, MA, 2019.

Maşinării, proiecte, dispozitive. Invenţiile care definesc lumea modernă

Cum au creat anii 1880 lumea modernă

Smil, V., *Creating the Twentieth Century: Technical Inovations of 1867 – 1914 and Their Lasting Impact,* Oxford University Press, Oxford, 2005.

Timmons, T., *Science and Technology în Nineteenth-Century America,* Greenwood Press, Westport, CT, 2005.

Cum au alimentat motoarele electrice civilizația modernă
Cheney, M., *Tesla: Man Out of Time,* Dorset Press, New York, 1981.

Hughes, A., *Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications,* Elsevier, Oxford, 2005.

Transformatoarele – dispozitivele pasive, tăcute şi necunoscute

Colțman, J.W., „The transformer”, *Scientific American,* 258, nr. 1, ianuarie 1988, pp. 86 – 95.

Harlow, J.H. (ed.), *Electric Power Transformer Engineering,* CRC Press, Boca Raton, Fl, 2012.

De ce n-ar trebui deocamdată să spunem adio motoarelor diesel
Mollenhauer, K.; Tschöke (ed.), H., *Handbook of Diesel Engines,* Springer, Berlin, 2010.

Smil, V., *Prime Movers of Globalization: The History and Impact of Diesel Engines and Gas Turbines,* MIT Press, Cambridge, MA, 2010.

Imortalizarea mişcării – de la cai la electroni

Eadweard Muybridge Online Archive, „Galleries”, *hffp: //www˙muybridge˙org.*

Muybridge, E., *Descriptive Zoopraxography, or the Science of Animal Locomotion Made Popular,* University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, 1893, *hffps: //archives. Upenn˙edu/digitizedresources/docspubs/muybridge/ descriptivezoopraxography.*

De la fonograf la streaming

Marco, G.A. (ed.), *Encyclopedia of Recorded Sound în the United States,* Garland Publishing, New York, 1993.

Morris, E., *Edison,* Random House, New York, 2019.

Inventarea circuitelor integrate

Berlin, L, *The Man Behind the Microchip: Robert Noyce and the Invention of Silicon Valley,* Oxford University Press, Oxford, 2006.

Lécuyer, C.; Brook, D.C., *Makers of the Microchip: A Documentary History of Fair child Semiconductor,* MIT Press Cambridge, MA, 2010.

Blestemul lui Moore: de ce progresul tehnic va lua mai mult timp decât crezi

Mody, C.C.M., *The Long Arm of Moore3s Law: Microelectronics and American Science,* MIT Press, Cambridge, MA, 2016.

Smil, V., *Growth: From Microorganisms to Megacities,* MIT Press, Cambridge, MA, 2019.

Progresul informațiilor: prea multe, prea rapid

Hilbert, M.; Lopez, P., „The world3s technological capacity to store, communicate, and compute informațion”, *Science,* 332, nr. 6025, aprilie 2011, pp. 60 – 65, *hffps: //doi.0rg/O.H6/ science. 1200976.*

Reînşel, D.; Gantz, J.; Rydning, J., *Data Age 2025: The Digitization of the World: From Edge to Core,* Seagate, 2017, *hffps: // www˙seagate˙com/files/wwwcontent/ourstory/trends/files/ Seagate WPD – ataage2025March2017.pdf.*

O abordare realistă a inovației

Schiffer, M.B., *Spectacular Failures: Game-Changing Technologies that Failed,* Eliot Werner Publicațions, Clinton Corners, NY, 2019.

Smil, V., *Transforming the Twentieth Century,* Oxford University Press, Oxford, 2006.

Combustibili **ş**i electricitate. Energie pentru societ**ăţ**ile noastre

De ce turbinele cu gaz sunt cea mai bună alegere

American Society of Mechanical Engineers, *The WorldȜs First Industrial Gas Turbine Set – GT Neuchitel: A Historical Mechanical Engineering Landmark,* Alstom, 1988, *hffps: //www˙asme˙org/wwwasmeorg/media/resourcefiles/aboutasme/ who%20we%20are/engineering%20history/ landmarks/135neuchatelgasturbine˙pdf.*

Smil, V., *Natural Gas: Fuel for the Twenty-First Century,* John Wiley, Chichester, West Sussex, 2015.

Energia nucleară – o promisiune neîndeplinită

Internațional Atomic Energy Agency, *Nuclear Power Reactors în the World,* Reference Data Series, nr. 2, IAEA, Viena, 2019, *hffps: / / wwwpub. Iaea˙org / MTCD / Publicațions / PDF / RDS2 – 39web˙pdf*

Smil, V., *Energy and Civilization: A History,* MIT Press, Cambridge, MA, 2017.

De ce avem nevoie de combustibili fosili pentru a obține electricitate eoliană

Ginley, D.S.; Cahen, D. (ed.), *Fundamentals of Materials for Energy and Environmental Sustainability,* Cambridge University Press, Cambridge, 2012.

Mishnaevsky Jr., L. ş. A., „Materials for wind turbine blades: An overview”, *Materials,* 10,2017, *hffps: / / www˙nebi. Nim. Nih. Gov / pâne / articles / PMC5706232 / pdf / materialst 001285.pdf.*

Cât de mare poate fi o turbină eoliană?

Beurskens, J., „Achieving the 20 MW Wind Turbine”, *Renewable Energy World,* 1, nr. 3,2019, *hffps: / / www˙renewableenergyworid˙com / articles / print / specialsupplem ent windtechnology / volume 1 / issue3 / wind power / achievingthe20mwwindturbine˙html.*

General Electric, „HaliadeX 12 MW offshore wind turbine platform”, accesat în decembrie 2019, *hffps: / / www˙ge˙com /*

renewableenergy/windenergy/o ffshorewind/haliade xoffshoreturbine.

Ascensiunea lentă a fotovoltaicelor

NASA, „Vanguard 1”, accesat în decembrie 2019, *hffps: //nssde. Gsfe. Nasa˙gov/nme/spacecraft/display. Acțion? id = 1958002B.*

US Departament of Energy, „The History of Solar”, accesat în decembrie 2019, *hffps: //wwwl. Cere. Energy˙gov/solar/pdfs/ solar, timeline˙pdf.*

De ce lumina solară este în continuare cea mai bună

Arecchi, A.V.; Messadi, T.; Koshel, R.J., *Field Guide to Illumination,* SPRE, 2007, *hffps: //doi. Org/10.1117/3.764682.*

Pattison, P.M.; Hansen, M.; Tsao, J.Y., „LED lighting efficacy: Status and directions”, *Comptes Rendus,* 19, nr. 3,2017, *hffps: // www˙osti˙gov/pages/servlets/purt/1421610.*

De ce avem nevoie de baterii mai mari

Korthauer, R. (ed.), *Lithium-Ion Batteries: Basics and Applications,* Springer, Berlin, 2018.

Wu, F.; Yang, B.; Ye, J. (ed.), *Grid-Scale Energy Storage Systems and Applications,* Academie Press, Londra, 2019.

De ce cargoboturile electrice merg greu la apă

Kongsberg Maritime, „Autonomous Ship Project, Key Facts about Yara Birkeland”, accesat în decembrie 2019, *hffps: //www˙kongsberg˙com/maritime/support/themes/autonomousshi p sprojectkeyfactsaboutyarabirkeland.*

Smil, V., *Prime Movers of Globalization: The History and Impact of Diesel Engines and Gas Turbines,* MIT Press, Cambridge, MA, 2010.

Adevăratul cost al electricității

Eurostat, „Electricity price statistics”, date culese în noiembrie 2019, *hffps: //ec. Europa˙eu/eurostat/statisticsexplained/ pdfscache/45239.pdf.*

Vogt, L.J., *Electricity Pricing: Engineering Principles and Methodologies,* CRC Press, Boca Raton, FI, 2009.

Lentoarea inevitabilă a tranzițiilor energetice

Internațional Energy Agency, *World Energy Outlook 2019,* IEA, Paris, 2019, *hffps: //www˙iea˙org/reports/woridener gyoutlook2019.*

Smil, V., *Energy Tranzitions: Global and National Perspectives,* Praeger, Santa Barbara, CA, 2017.

Transport. Cum ne deplasăm

Reducerea călătoriei transatlantice

Griffiths, D., *BruneiƷs Great Western,* Harperlollins, New York, 1996.

Newall, P., *Ocean Liners: An Illustrated History,* Seaforth Publishing, Bamsley, South Yorkshire, 2018.

Motoarele sunt mai vechi decât bicicletele!

Bijker, W.E., *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change,* MIT Press, Cambridge, MA, 1995.

Wilson, D.G., *Bicycling Science,* MIT Press, Cambridge, MA, 2004.

Surprinzătoarea istorie a anvelopelor gonflabile

Automotive Hall of Fame, „John Dunlop”, accesat în decembrie 2019, *hffps: //www˙automotivehalloffame˙org/honoree/ johndunlop.*

Dunlop, J.B., *The History of the Pneumatic Tyre,* A. Thom & Cǫ., Dublin, 1925.

Când a început era automobilelor?

Casey, R.H., *The Model T: A Centennial History,* Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, 2008.

Ford Motor Company, „Our History – Company Timeline”, accesat în decembrie 2019, *hﬀps: //corporate. Ford˙com/history. Html.*

Automobilele moderne au un raport îngrozitor al greutății utile

Lotus Engineering, *Vehicle Mass Reduction Opportunities,* octombrie 2010, *hﬀps: //www˙epa˙gov/sites/production/ files/201501 / documents/1005201 Omstrspeterson˙pdf*

US Environmental Protection Agency, *The 2018 EPA Automotive Trends Report: Greenhouse Gas Emissions, Fuel Economy, and Technology since 1975,* Executive summary, 2019, *hﬀps: //nepis. Epa˙gov/Exe/ZyPDF. cgi? Dockey = PI OOW$_3$WO.pdf.*

De ce maşinile electrice nu sunt aşa grozave cum credem noi (deocamdată)

Deloitte, *New Market. New Entrants. New Challenges: Battery Electric Vehicles,* 2019, *hﬀps: //www2.deloitte˙com/content/ dam/Deloitte/uk/Documents/manufacturing/deloitteukbatteryelectricvehicles˙pdf.*

Qiao, Q. ş. A., „Comparative study on life cycle C02 emissions from the production of electric and convențional care în China”, *Energy Procedia,* 105,2017, pp. 3584 – 3595.

Când a început era avioanelor cu reacție?

Smil, V., *Prime Movers of Globalization: The History and Impact of Diesel Engines and Gas Turbines,* MIT Press, Cambridge, MA, 2009.

Yenne, B., *The Story of the Boeing Company,* Zenith Press, Londra, 2010.

De ce kerosenul este împărat

CSA B836, *Storage, Handling, and Dispensing of Aviation Fuels at Aerodromes,* CSA Group, Toronto, 2014.

Vertz, L.; Sayal, S., „Jet fuel demand flies high, but some clouds on the horizon”, *Insight,* 57, ianuarie 2018, *hffps: //cdn. Ins. Com/www/pdf/Long Te rmje tfuelou dook2018. Pdf.*

Cât de sigur este zborul cu avionul?

Boeing, *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Woridwide Operațions 1959 – 2017,* Boeing Commercial Airplanes Seattle, WA, 2017, *hffps: //www˙boeing˙com/resources/boeingdotcom/company/aboutbca/pdf/statsum˙pdf.*

Internațional Civil Aviation Organization, *State of Global Aviation Safety,* ICAO, Montréal, 2019, *hffps: //www˙icao˙int/safety/ Documents/ICAOSR201929082019.pdf.*

Care sunt mai eficiente energetic: avioanele, trenurile sau automobilele?

Davis, S.C.; Diegel, S.W.; Boundy, R.G., *Transportation Energy Data Book,* Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, ÎN, 2019, *hﬀps: / /info. Oml˙gov/sites/publicațions/files/Pub31202. Pdf.*

Sperling, D.; Lutsey, N., „Energy efficiency în passenger transportation”, *Bridge,* 39, nr. 2, vara 2009, pp. 22 – 30.

Mâncare. Cum ne obținem energia

Lumea fără amoniacul sintetic

Smil, V., *Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production,* MIT Press, Cambridge, MA, 2000.

Stoltzenberg, D., *Fritz Haber: Chemist, Nobel Laureate, German, Jew,* Chemical Heritage Foundation, Philadelphia, PA, 2004.

Creşterea randamentului recoltei de grâu

Calderini, D.F.; Slafer, G.A., „Changes în yield and yield stability în wheat during the 20th century”, *Field Crops Research, 57,* nr. 3,1998, pp. 335 – 347.

Smil, V., *Growth: From Microorganisms to Megacities,* MIT Press, Cambridge, MA, 2019.

Amploarea de neiertat a risipei de hrană la nivel mondial

Gustavsson, J. ş. A., *Global Food Losses and Food Waste,* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, 2011.

WRAP, *The Food Waste Reduction Roadmap – Progress Report 2019,* Roma, septembrie 2019, *http: //wrap˙org˙uk/sites/files/ wrap/Foodwastereducționroadmapprogressreport2019. Pdf*

Un „adio” spus treptat dietei mediteraneene

Tanaka, T., ş. A., „Adherence to a Mediterranean diet protects from cognitive decline în the invecchiare în Chianti study of aging”, *Nutrients,* 10, nr. 12,2007, *https: //doi˙org/10.3390/ nul 0122007.*

Wright, C.A., *A Mediterranean Feast: The Story of the Birth of the Celebrated Cuisines of the Mediterranean, from the Merchants of Venice to the Barbary Corsairs,* William Morrow, New York, 1999.

Tonul roşu: pe cale de dispariție

MACKenzie, B.R.; Mosegaard, H.; Rosenberg, A.A., „Impending collapse of bluefin tuna în the northeast Atlantic and Mediterranean”, *Conservation Letters,* 2,2009, pp. 25 – 34.

Polacheck, T.; Davies, C., *Considerations of Implications of Large Unreported Câtches of Southern Bluefin Tuna for*

Assessments of Tropical Tunas, and the Need for Independent Verification of Câtꞓh and Effort Statistics, CSIRO Marine and Atmospheric Research Paper Nr. 23, martie 2008, *hﬀp: //*

www˙iote˙org/files/proceedings/2008/wptt/IOTC2008WPTT-INF01.pdf.

De ce carnea de pui este la putere

National Chicken Council, „U.S. Broiler Performance”, actualizat în martie 2019, *hﬀps: //www˙nationalchickencouncil˙org/ abouttheindustry/statistics/usbroilerperformance.*

Smil, V., *Should We Eat Meat? Evoluţion and Consequences of Modern Carnivory,* Wileyblackwell, Chichester, West Sussex, 2013.

A (nu) bea vin

Aurand, J.M., *State of the Vitiviniculture World Market,* Internaţional Organization of Vine and Wine, 2018, *hﬀp: //www˙oiv˙int/public/medias /6370/stăteaftheworidvitiviniculture oiv2018ppt˙pdf.*

Lejeune, D., *Boire et Manger en France, de 1870 au Début des Années 1990,* Lycée Louis le Grand, Paris, 2013.

Consumul raţional de carne

Pereira, P., ş. A., „Meat nutrițional compoʑition and nutritive role în the human diet”, *Meat Science,* 93, nr. 3, martie 2013, pp. 589 – 592, *hffps: //doi. Org/10.1016/j. Meatsci.2012.09.018.*

Smil, V., *Should We Eat Meat? Evoluțion and Consequences of Modern Camivory,* Wileyblackwell, Chichester, West Sussex, 2013.

Alimentația japoneză

Cwiertka, K.J. *Modern Japanese Cuisine: Food, Power and National Identity.* Londra: Reaktion Books, 2006.

Smil, V. şi K. Kobayshi. *JapanƷs Dietary Tranʑition and Its Impacts.* Cambridge, MA: MIT Press, 2012.

Produse lactate – contratendințe

American Farm Bureau Federațion, „Trends în beverage milk consumpțion”, Market Intel, 19 decembrie 2017, *hffps: // www˙fb˙org/marketintel/trendsinbeveragemilkconsumpțion.*

Watson, R.R.; Collier, R.J.; Preedy, V.R. (ed.), *Nutrients în Dairy and Their Implications for Health and Disease,* Academic Press, Londra, 2017.

Mediul înconjurător – Deteriorarea şi protejarea lumii noastre

Animale vs. Obiecte – care sunt mai diverse?

GSMA – rena, „All mobile phone brands”, accesat în decembrie 2019, *hffps: / / www˙gsmarena˙com / makers. Php3.*

Mora, C. ş. A., „How many species are there on Earth and în the ocean?”, *PLOSB –iology,* 9, nr. 8,2011, el001127, *hffps: / / doi. Org / 10.1371 / Journal. Obio. 1001127.*

Planeta vacilor

Beef Cattle Research Council, „Environmental Footorint of Beef Production”, actualizat în 23 octombrie 2019, *hffps: / / www˙beefresearch˙ca / researchtopic. Din / environmentale.*

Smil, V., *Harvesting the Biosphere: What We Have Taken from Nature,* MIT Press, Cambridge, MA, 2013.

Moartea elefanților

Paul G. Allen Project, *The Great Clephant Census Report 2016,* Vulcan Inc., 2016, *hffp: / / www˙greatelephantcensus˙com / finalreport.*

Pinnock, D.; Bell, C., *The Last Clephants,* Penguin Random House, Londra, 2019.

De ce e posibil că era antropocenă să nu fi sosit încă

Davies, J., *The Birth of the Anthropocene,* University of California Press, Berkeley, CA, 2016.

Subcommission on Quaternary Stratigraphy, „Working Group on the Anthropocene”, 21 mai 2019, *hffp: / / quaternary. Stratigraphy˙org / working groups / anthropocene.*

Fapte beton

Courland, R., *Concrete Planet: The Strânge and Fascinaţing Story of the WorldȜs Most Common Man-Made Material. Amherst,* Prometheus Books, New York, 2011.

Smil, V., *Making the Modern World: Materials and Dematerializaţion,* John Wiley and Sons, Chichester, West Sussex, 2014.

Ce obiect este mai dăunător pentru mediu: automobilul sau telefonul?

Anders, S.G.; Andersen, O., „Life cycle assessments of consumer electronics – are they consistent?”, *Internaţional Journal of Life Cycle Assessment,* 15, iulie 2010, pp. 827 – 836.

Qiao, Q. ş. A., „Comparative study on life cycle C02 emissions from the production of electric and convenţional care în China”, *Energy Procedia,* 105,2017, pp. 3584 – 3595.

Cine are cea mai bună izolaţie?

Natural Resources Canada, *Keeping the Heat în* Energy Publicaţions, Ottawa, 2012, *hffps: / / www˙urcan. Ge˙ca / energyefficiency /*

energyefficiencyhomes/howcanimakemyhomemoreener/ keepingheat/15768.

US Departament of Energy, „Insulation materials”, accesat în decembrie 2019, *hffps: //www˙energy˙gov/energysaver/ weatherize/insulation/insulationmaterials.*

Ferestrele cu geamuri triple: o soluție energetică transparentă

Carmody, J. ş. A., *Residențial Windows: A Guide to New Technology and Energy Performance,* W.W. Norton and Co., New York, 2007.

US Departament of Energy, *Selecting Windows for Energy Efficiency,* Office of Energy Efficiency, Merrifield, VA, 2018, *hffps: //nasesp˙org/wpeontent/uploads/2018/02/usdoe selectingwindowsforenergyefficiency˙pdf.*

Creşterea eficienței încălzirii locuințelor

Energy Soluțions Center, „Natural gas furnaces”, decembrie 2008, *hffps: //naturalgasefficiency˙org/forresidentialcustomers/ heat g as-furnace.*

Lechner, N., *Heating, Cooling, Lighting,* John Wiley and Sons, Hoboken, NJ, 2014.

Provocarea carbonului

Jackson, R.B., ş. A., *Global Energy Growth Is Ouptacing Decarbonization. A special report for the United Nations Climate Acțion Summit,* septembrie 2019, Global Carbon Project, Canberra, 2019, *hffps: //www˙globalcarbonproject˙org/global/pdf/GEP2019Global%20energy%20growth%20ouptace%20 decarbonizationUN%20Climate%20SummitHR.pdf.*

Smil, V., *Energy Tranᵴitions: Global and National Perspectives,* Praeger, Santa Barbara, CA, 2017.

Publicate prima dată sub titlul...

„Cel mai bun randament investițional: vaccinurile” (p. 26) – „Vaccination: The Best Return on Investment” (2017)
„Este speranța de viață, în sfârşit, pe cale să atingă apogeul?” (p. 37) – „Is Life Expectancy Finally Topping Out?” (2019)
„Cum a îmbunătățit transpirația vânătoarea” (p. 40) – „The Energy Balance of Running” (2016)
„De câți oameni a fost nevoie la construirea Marii Piramide?” (p. 43) – „Building the Great Pyramid” (2020)
„De ce cifra şomajului nu dezvăluie întreaga poveste” (p. 46) – „Unemployment: Pick a Number” (2017)
„Tragediile prelungite ale Primului Război Mondial” (p. 61) – „November 1918: The First World War Ends” (2018)
„Sunt Statele Unite cu adevărat excepționale?” (p. 64) – „American Excepționalism” (2015)
„De ce Europa ar trebui să fie mândră de ea” (p. 68) – „January 1958: European Economic Community” (2018)
„Motive de îngrijorare cu privire la viitorul Japoniei” (p. 75) –

„New Japan at 70” (2015)
„Cât de departe poate ajunge China?” (p. 78) – „China as the New No. 1? Not Quite” (2016)
„India vs. China” (p. 81) – „India as No. 1” (2017)
„De ce industria este în continuare importantă” (p. 85) – „Manufacturing Powers” (2016)
„Rusia şi SUA: cum unele lucruri nu se schimbă niciodată” (p. 89) – „Sputnik at 60” (2017)
„Cum au creat anii 1880 lumea modernă” (p. 99) – „The Miraculous 1880s” (2015)
„Cum au alimentat motoarele electrice civilizația modernă” (p. 103) – „May 1888: Tesla Files His Patents for the Electric Motor” (2018)
„Transformatoarele – dispozitivele pasive, tăcute şi necunoscute” (p. 107) – „Transformers, the Unsung Technology” (2017)
„De ce n-ar trebui deocamdată să spunem adio motoarelor diesel” (p. 110) – „The Diesel Engine at 120” (2017)
„Imortalizarea mişcării – de la cai la electroni” (p. 114) – „June 1878: MuybridgeƷs Galloping Horse” (2019)
„De la fonograf la *streaming”* (p. 117) – „February 1878: The First Phonograph” (2018)
„Inventarea circuitelor integrate” (p. 120) „July 1958: Kilby Conceives the Integrated Circuit” (2018)
„Blestemul lui Moore: de ce progresul tehnic va lua mai mult timp decât crezi” (p. 123) – „MooreƷs Curse” (2015)
„Progresul informațiilor: prea multe, prea rapid” (p. 126) – „Data World: Racing Toward Yotta” (2019)
„O abordare realistă a inovației” (p. 130) – „When Inovation Fails” (2015)
„De ce turbinele cu gaz sunt cea mai bună alegere” (p. 135) – „Superefficient Gas Turbines” (2019)
„Energia nucleară – o promisiune neîndeplinită” (p. 138) – „Nuclear Electricity: A Successful Failure” (2016)

„De ce avem nevoie de combustibili fosili pentru a obține electricitate eoliană” (p. 142) – „What I See When I See a Wind Turbine” (2016)
„Cât de mare poate fi o turbină eoliană?” (p. 145) – „Wind Turbines: How Big?” (2019)
„Ascensiunea lentă a fotovoltaicelor” (p. 148) – „March 1958: The First PUS în Orbit” (2018)
„De ce lumina solară este în continuare cea mai bună” (p. 152) – „Luminous Efficacy” (2019)
„De ce avem nevoie de baterii mai mari” (p. 155) – „Grid Electricity Storage: Size Matters” (2016)
„De ce cargoboturile electrice merg greu la apă” (p. 158) – „Electric Container Ships Are a Hard Sail” (2019)
„Adevăratul cost al electricității” (p. 161) – „Electricity Prices: A Changing Bargain” (2020)
„Reducerea călătoriei transatlantice” (p. 169) – „April 1838: Crossing the Atlantic” (2018)
„Motoarele sunt mai vechi decât bicicletele!” (p. 172) – „Slow Cycling” (2017)
„Surprinzătoarea istorie a anvelopelor gonflabile” (p. 175) – „December 1888: Dunlop Patents Inflatable Fire” (2018) „Când a început era automobilelor?” (p. 178) – „August 1908: The First Ford Model T Completed în Detroit” (2018) „Automobilele moderne au un raport îngrozitor al greutății utile” (p. 181) – „Cars Weigh Too Much” (2014)
„De ce mașinile electrice nu sunt așa grozave cum credem noi (deocamdată)” (p. 184) – „Electric Vehicles: Not So Fast” (2017)
„Când a început era avioanelor cu reacție?” (p. 187) – „October 1958: First Boeing 707 to Paris” (2018)
„De ce kerosenul este împărat” (p. 191) – „Flying Without Kerosene” (2016)
„Care sunt mai eficiente energetic: avioanele, trenurile sau automobilele?” (p. 199) – „Energy Intensity of Passenger

Travel” (2019)
„Amploarea de neiertat a risipei de hrană la nivel mondial” (p. 212) – „Food Waste” (2016)
„Un «adio» spus treptat dietei mediteraneene” (p. 216) – „Addio to the Mediterranean Diet” (2016)
„Tonul roşu: pe cale de dispariție” (p. 219) – „Bluefin Tuna: Fast, but Maybe Not Fast Enough” (2017)
„De ce carnea de pui este la putere” (p. 222) – „Why Chicken Rules” (2020)
„A (nu) bea vin” (p. 226) – „(Not) Drinking Wine” (2020)
„Animale vs. Obiecte – care sunt mai diverse?” (p. 243) –
„Animals vs. Artifacts: Which are more diverse?” (2019)
„Planeta vacilor” (p. 246) – „Planet of the Cows” (2017)
„Moartea elefanților” (p. 249) – „The Deaths of Clephants”.
(2015)
„De ce e posibil că era antropocenă să nu fi sosit încă” (p. 252) – „It s Too Soon to Call This the Anthropocene Era” (2015)
„Fapte beton” (p. 255) – „Concrete Facts” (2020)
„Ce obiect este mai dăunător pentru mediu: automobilul sau telefonul?” (p. 259) – „Embodied Energy: Mobile Devices and Cars” (2016)
„Cine are cea mai bună izolație?” (p. 263) – „Bricks and Batts” (2019)
„Ferestrele cu geamuri triple: o soluție energetică transparentă” (p. 266) – „The Visionary Energy Soluțion: Triple Windows” (2015)
„Creşterea eficienței încălzirii locuințelor” (p. 269) – „Heating Houses: Running Out of Combustion Efficiency” (2016)
„Provocarea carbonului” (p. 273) – „The Carbon Century”.
(2019)

Cuprins

Publicate prima dată sub titlul...